

**Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung
bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung –
eine qualitative Studie als Beitrag zur Entwicklung
eines inklusiven Chemieunterrichts**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität zu Köln
vorgelegt von

Adejoke Adesokan

aus Aurich

Köln 2015

**Die vorliegende Dissertation wurde von der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität zu Köln angenommen.**

Berichterstatter/in:

Prof. Dr. Christiane S. Reiners

Prof. Dr. André Bresges

Tag der mündlichen Prüfung:

18.06.2015

Danksagung

Zum Gelingen der vorliegenden Dissertation haben zahlreiche Menschen beigetragen, denen ich an dieser Stelle recht herzlich danken möchte.

Mein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter, Frau Prof. Dr. Christiane Reiners, die mich während der gesamten Promotionszeit stets unterstützt hat. Der Weg zur Promotion wurde von ihr sehr intensiv und mit viel Engagement betreut. Dass sie mir für die Ausrichtung der Arbeit alle Freiheiten gegeben hat, schätze ich sehr. Auch für die anregenden Diskussionen und die Ermunterungen möchte ich mich besonders bei ihr bedanken.

Ebenso möchte ich meinen Dank an Prof. Dr. André Bresges für die Übernahme des Zweitgutachtens aussprechen. Herrn Prof. Dr. Horst Struve danke ich für den Vorsitz der Prüfungskommission.

Ganz herzlich danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern vom Institut für Chemie und ihre Didaktik für die Unterstützung. Mit den Doktorandinnen und Doktoranden habe ich insbesondere auf den Tagungen eine tolle Zeit gehabt, an die ich sicher noch lange zurückdenken werde.

Weiterhin danke ich allen Lernenden und Lehrenden, ohne die das Erstellen dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Bei Herrn Christoph Georgi, Frau Silke Stellbrink und Frau Miriam Welzenberg bedanke ich mich für die anregenden Gespräche, ihre Offenheit und die mir entgegengebrachte Selbstverständlichkeit, mein Forschungsvorhaben zu realisieren.

Bei der Kölner Graduiertenschule Fachdidaktik möchte ich mich für die finanzielle Unterstützung durch das Promotionsstipendium sowie für die wissenschaftliche Begleitung während der Promotionszeit bedanken. Weiterhin danke ich auch den Promovierenden der Kölner Graduiertenschule Fachdidaktik, in denen ich durch zahlreiche anregende Diskussionen, persönliche Gespräche und viel gemeinsames Lachen gute Freunde gefunden habe.

Schließlich möchte ich mich von ganzem Herzen bei meiner Familie, meinen guten Freunden und insbesondere bei Anna und Steffi bedanken. Herzlichen Dank für das Verständnis und den großen Zuspruch, den Ihr mir während der gesamten Promotionszeit gegeben habt. Damit habt Ihr maßgeblich zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Ebenso möchte ich mich ganz herzlich bei meinem lieben Freund Raphael bedanken, der mich vor allem in der Endphase der Promotion mit viel Ruhe und unermüdlicher Ausdauer unterstützt und in schwierigen Zeiten aufgemuntert hat.

Kurzzusammenfassung	V
Abstract	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	2
2 Theoretische Grundlagen – Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung	5
2.1 Zur Bedeutung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen für den Chemieunterricht.....	7
2.1.1 Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen als Lerngegenstand.....	7
2.1.2 Zur Verortung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen in den nationalen Bildungsstandards.....	14
2.1.3 Betrachtung ausgewählter Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern im Bereich der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen.....	17
2.2 Fachsprache als Medium und Lerngegenstand im Chemieunterricht.....	20
2.2.1 Die Besonderheiten der chemischen Fachsprache.....	21
2.2.2 Das Dokumentieren von Experimenten im Chemieunterricht.....	32
2.3 Anforderungen an Lehrende im Chemieunterricht im Spiegel aktueller Veränderungen im deutschen Bildungssystem.....	34
2.3.1 Wissenstransformation als genuine Aufgabe der Lehrenden.....	35
2.3.2 Von der Förderschulpädagogik über die Integration zur Inklusion.....	37
2.3.3 Erste Schlussfolgerungen zu den Anforderungen an die Lehrenden.....	42
2.4 Sonderpädagogische Grundlagen am Beispiel des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation.....	44
2.4.1 Begründung des gewählten Förderschwerpunktes.....	45
2.4.2 Klärung ausgewählter sonderpädagogischer Grundbegriffe.....	47
2.4.3 Primäre Auswirkungen der Hörschädigung.....	50
2.4.4 Sekundäre Auswirkungen der Hörschädigung.....	55
2.4.5 Konsequenzen für die Beschulung von Lernenden mit Hörschädigung.....	63
2.5 Hörgeschädigte Lernende im naturwissenschaftlichen Unterricht – nationale und internationale Perspektiven.....	69
2.6 Konsequenzen.....	81
3 Ziele des Forschungsprojektes	84
4 Analyse der Bedarfe im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte	86
4.1 Begründung des Vorgehens in der Untersuchung.....	86

4.2	Untersuchungsleitende Fragestellungen der Studie.....	88
4.3	Methoden.....	89
4.3.1	Fragebogen.....	91
4.3.2	Interview.....	94
4.3.3	Unterrichtsbeobachtungen.....	97
4.3.3.1	Videografie.....	98
4.3.3.2	Teilnehmende Beobachtung.....	100
4.3.4	Datenaufbereitung.....	103
4.3.5	Datenauswertung.....	104
4.3.5.1	Auswertung der Fragebögen und Interviews.....	106
4.3.5.2	Auswertung der Unterrichtsbeobachtungen.....	108
4.4	Ergebnisse.....	109
4.4.1	Allgemeine Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte.....	110
4.4.2	Herausforderungen der Lernenden im Chemieunterricht.....	122
4.4.3	Eingesetzte Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht.....	142
4.4.4	Empfehlungen zur Entwicklung eines Förderkonzeptes.....	150
4.5	Konsequenzen.....	155
4.5.1	Reflexion der methodischen Vorgehensweise.....	156
4.5.2	Fokussierung des Forschungsprojektes und weiterführende Forschungsfragen...157	
5	<i>Entwicklung und Darstellung eines Förderkonzeptes für hörgeschädigte Lernende.....</i>	162
5.1	Ziele des Förderkonzeptes.....	162
5.2	„Das Löslichkeitskonzept“ – eine Sachstrukturanalyse.....	164
5.2.1	Zur Definition des Begriffes „Lösung“.....	164
5.2.2	Lösen von Feststoffen in Flüssigkeiten.....	169
5.2.3	Stofftrennung.....	174
5.3	Methoden.....	176
5.3.1	Konzept der partizipativen Aktionsforschung.....	177
5.3.2	Handlungskreislauf der partizipativen Aktionsforschung.....	178
5.3.3	Schriftliche Befragung der Lehrenden.....	180
5.3.4	Zeitlicher Ablauf der partizipativen Aktionsforschung.....	181
5.3.5	Einsatz der formativen Evaluation innerhalb der Aktionsforschung.....	183
5.4	Bedingungsanalyse.....	184
5.4.1	Beschreibung der Lerngruppen.....	184
5.4.2	Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung der Lerninhalte.....	188
5.4.3	Konsequenzen für die Entwicklung des Förderkonzeptes.....	191
5.5	Darstellung des Förderkonzeptes.....	192

5.5.1	Begründung der gewählten Form des naturwissenschaftlichen Arbeitens.....	193
5.5.2	Anwenden von Fachbegriffen.....	201
5.5.3	Beschreiben von Beobachtungen.....	213
5.5.4	Erklären von Beobachtungen.....	222
5.6	Reflexion zur Entwicklung des Förderkonzeptes	231
6	<i>Einsatz des Förderkonzeptes an Förderschulen für Hörgeschädigte.....</i>	234
6.1	Ziele der praktischen Erprobung.....	234
6.2	Konzeption der praktischen Erprobung.....	235
6.2.1	Ablauf der praktischen Erprobung.....	236
6.2.2	Deskription ausgewählter Unterrichtsstunden der praktischen Erprobung.....	236
6.3	Methoden.....	238
6.3.1	Arbeitsmaterialien der Schülerinnen und Schüler.....	239
6.3.2	Beobachtungen im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung.....	241
6.3.3	Einschätzungsbögen.....	242
6.3.3.1	Selbsteinschätzungsbogen.....	242
6.3.3.2	Fremdeinschätzungsbogen.....	244
6.3.4	Feedbackfragebogen der Lehrenden.....	245
6.3.5	Datenaufbereitung und -auswertung.....	246
6.4	Ergebnisse.....	252
6.4.1	Zusammenfassende Darstellung der Arbeitsergebnisse der Lernenden.....	253
6.4.1.1	Versuch 1 – Lösen von Zucker.....	253
6.4.1.2	Versuch 2 – Eindampfen einer Zuckerlösung.....	267
6.4.1.3	Versuch 3 – Lösen von Salz.....	279
6.4.1.4	Versuch 4 – Eindampfen einer Salzlösung.....	289
6.4.2	Zusammenfassung der Einschätzungsbögen.....	297
6.4.3	Feedback der partizipierenden Lehrkräfte.....	300
6.5	Konsequenzen.....	305
7	<i>Fazit und Ausblick.....</i>	309
7.1	Konsequenzen für die inklusive Unterrichtspraxis.....	309
7.2	Konsequenzen für die inklusive Lehrerinnen- und Lehrerbildung.....	314
8	<i>Zusammenfassung.....</i>	317
	<i>Literaturverzeichnis.....</i>	324
	<i>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</i>	361
	<i>Abbildungsverzeichnis.....</i>	361
	<i>Tabellenverzeichnis.....</i>	363
	<i>Anhang.....</i>	365
	<i>Erklärung.....</i>	387

Kurzzusammenfassung

Seit vielen Jahren wird der Erwerb von *Scientific Literacy* gefordert, die in deutschsprachiger Literatur auch als *naturwissenschaftliche Grundbildung* bezeichnet wird. Es handelt sich um ein unterrichtliches Rahmenkonzept, das auf die Teilhabe aller Menschen an einer naturwissenschaftlich geprägten Gesellschaft abzielt, in der naturwissenschaftliches Wissen angewendet wird, naturwissenschaftliche Fragestellungen erkannt und Schlussfolgerungen zur Entscheidungsfindung getroffen werden. Die Kenntnisse zentraler Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie der chemischen Fachsprache stellen dafür bedeutende Voraussetzungen dar. Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf bringen für den Erwerb der angesprochenen Fähigkeiten jedoch häufig andere Lernvoraussetzungen mit als Lernende ohne diagnostizierte Beeinträchtigung. Infolge der Unterzeichnung der *Behindertenrechtskonvention* und der einsetzenden inklusiven Beschulung gewinnt der Anspruch an einen differenzierten Umgang mit individuellen Fähigkeiten und Begabungen zunehmend an Bedeutung. Lehrende an inklusiven Schulen verfügen allerdings meist nicht über eine sonderpädagogische Fachausbildung, sodass sie für die Gestaltung der entsprechenden Lernarrangements vor hohe didaktische Herausforderungen gestellt werden. Ebenfalls reichen die derzeit vorliegenden Forschungsergebnisse nicht aus, um Lernumgebungen im Chemieunterricht zu entwickeln, die auf die Bedürfnisse aller Schülerinnen und Schüler abgestimmt sind. Ausgehend von dieser Tatsache wird mit dem vorliegenden qualitativen Forschungsprojekt beabsichtigt, zunächst spezifische Unterstützungsbedarfe von Lernenden mit Förderbedarf im Chemieunterricht zu identifizieren, um den ermittelten Herausforderungen dann mithilfe geeigneter Fördermaßnahmen zu begegnen, die eine Anschlussfähigkeit für den inklusiven Unterricht aufweisen. Mit dem Ziel, einen Einstieg in die bisher kaum untersuchte Thematik zu finden, wird der Fokus zunächst auf Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung gelegt, um auf diese Weise detaillierte und spezifische Erkenntnisse zur angesprochenen Zielgruppe zu erhalten. Auf Grundlage einer breitgefächerten Bedarfsanalyse können die Herausforderungen der Lernenden im Beschreiben und Erklären von Versuchen sowie im Anwenden von Fachbegriffen identifiziert werden, die auf den veränderten sprachlichen Zugang der Zielgruppe aufgrund des Hörverlustes zurückgehen. In einem umfassenden Förderkonzept, in dem Visualisierung, Sprachförderung und Strukturierung als grundlegende Prinzipien festgelegt werden, wird den Lernenden ergänzend zur schriftsprachlichen Darstellungsebene die Möglichkeit gegeben, Versuchsergebnisse zeichnerisch darzustellen und Deutungen zu modellieren. Die Ergebnisse der praktischen Erprobungen der Konzeption geben begründeten

Anlass zu der Annahme, dass hörgeschädigte Lernende grundsätzlich durch das Bereitstellen verschiedener Darstellungsformen, gestufter Lernhilfen und unter Berücksichtigung der genannten Prinzipien im Anwenden von Fachbegriffen sowie im Beschreiben und Erklären von Versuchen unterstützt werden können, womit langfristig ein Beitrag zur *Scientific Literacy* geleistet wird. Da Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung jedoch eine stark heterogene Gruppe bilden, ist das Bereitstellen weiterer Differenzierungsmaßnahmen zur Spezifikation der individuellen Bedürfnisse auch im Hinblick auf eine inklusive Beschulung erforderlich.

Abstract

For many years it has been requested that all students should acquire *Scientific Literacy*, which is referred to as *naturwissenschaftliche Grundbildung* in German. In order to become a literate citizen, the guiding concept aims at applying scientific knowledge, identifying scientific questions and drawing evidence-based conclusions about science related issues. Therefore, knowledge on the subject of scientific reasoning and working as well as the ability to use technical language are important. However, the requirements of students with special needs often differ from those of students without specific educational needs. Due to the ratification of the *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*, dealing with individual learning abilities and creating inclusive learning environments has become increasingly important in education. Nevertheless, what specific learning difficulties students with special needs in chemistry may have and what teaching concepts can be used in an inclusive setting has hardly been investigated in chemistry education. As most teachers in inclusive schools are not formally trained in special education, creating effective learning environments for all students presents a challenge for them. Based on this fact this research project aims at identifying specific learning difficulties in chemistry and developing teaching and learning material, which is adapted to the needs of special education students and is expected to contribute to inclusive chemistry education. Since this topic has hardly been investigated in chemistry education research, this project focuses on deaf and hard-of-hearing (DHH) students to receive detailed knowledge on a specific target group. The findings of an initial survey indicate that DHH students are finding it difficult to describe and explain scientific phenomena and to use technical language. This can be explained by their delay in linguistic development. With regard to evolving teaching and learning material to support the specific points, principles like visualization, language support and structuring have proven to be effective. Due to language difficulties of DHH students, alternative forms of representation like drawings, concrete models and other learning aids are used to describe and explain scientific phenomena as a supplement to written language. These measures are expected to support the acquisition of *Scientific Literacy* in the long run. As DHH students represent a diverse group, further tailoring of the teaching approach is required also with regard to inclusive chemistry education.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AAAS	American Association for the Advancement of Science
ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung
AO-SF	Ausbildungsordnung sonderpädagogische Förderung
ASL	American Sign Language
BICS	Basic Interpersonal Communicative Skills
BLK	Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CALP	Cognitive Academic Language Proficiency
CI	Cochlear-Implantat
CU	Chemieunterricht
DaZ	Deutsch als Zweitsprache
DGS	Deutsche Gebärdensprache
DHH student	Deaf and hard-of-hearing student
G8	Achtjähriges Gymnasium
KMK	Kultusministerkonferenz
LBG	Lautsprachbegleitende Gebärden
LRS	Lese-Rechtschreib-Schwäche
LUG	Lautsprachunterstützende Gebärden
L1, L2	Language 1, Language 2
MSW	Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen
NESSI-FÖSL	Nürnberg-Erlanger-Schüler und Schülerinnen-Labor für Förderschulen
NGSS	Next Generation Science Standards
NRC	National Research Council
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	Programme for International Student Assessment
SGB	Sozialgesetzbuch
SQ	Sprachliche Qualifikation
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
UN	United Nations
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WHO	World Health Organization

„Science has always been concerned with advancement in understanding beyond the sensory and physical limitations that affect and challenge us all – not simply those with disabilities. To advance our knowledge, it has always been important for us to develop adaptations and enhancements to our senses and physical abilities; these adaptations have helped us to develop our ability to think and to imagine and to continue to seek rational and logical explanations for the observed universe. Seen in this way, significant adaptations are needed for all of us, not just those characterized as exceptional“ (Mastropieri & Scruggs 2010, S. 306).

1 Einleitung

Zweifelsohne stellt es die zentrale Aufgabe des Chemieunterrichts an jeder Schulform dar, einen Beitrag zum Erwerb von Scientific Literacy zu leisten, die als unterrichtliches Rahmenkonzept in den nationalen sowie internationalen Bildungsstandards festgelegt wurde (vgl. AAAS 1993, NRC 1996, KMK 2005, NGSS Lead States 2013). Scientific Literacy wird in der deutschsprachigen Literatur in der Regel mit dem Begriff „naturwissenschaftliche Grundbildung“ übersetzt. Neben der Vermittlung von Lerninhalten, die für den schulischen Lernerfolg relevant sind, sollen Schülerinnen und Schüler dazu befähigt werden, „sich auch in außerschulischen Kontexten mit chemischen Fragestellungen kompetent auseinanderzusetzen“ (Fischler & Reiners 2006, S. 8). Mit der Forderung nach einer Scientific Literacy geht die grundsätzliche Auffassung einher, dass nicht nur klassische Kulturtechniken wie Lesen, Schreiben und Rechnen einen Teil der Allgemeinbildung darstellen, sondern auch naturwissenschaftliche Kenntnisse für die gesellschaftliche und individuelle Weiterentwicklung in einer hochtechnisierten Gesellschaft ausschlaggebend sind (vgl. Roberts & Bybee 2014, S. 545). Durch naturwissenschaftliche Bildung sollen Lernende zu mündigen Mitgliedern einer demokratischen Gesellschaft befähigt werden (vgl. Gräber, Nentwig & Nicolson 2002, S. 135ff., Treagust & Tsui 2014, S. 303).

Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf bringen allerdings für die Entwicklung der angesprochenen Fähigkeiten häufig andere Voraussetzungen mit als Lernende ohne ausgewiesene Beeinträchtigungen. Um den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung jedoch für alle Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen, ist es vor dem Hintergrund der veränderten Lernvoraussetzungen in einem besonderen Maße erforderlich, das Lehren und Lernen von Chemie auf die Bedürfnisse der Lernenden abzustimmen.

„If education is devoted to offering opportunities for all students to gain sufficient schooling to help them make life choices and become productive members of society, it is essential that all teachers have the knowledge to make appropriate adaptations so that every student with special needs can become an active participant in the learning process“ (McGinnis & Kahn 2014, S. 224).

Insbesondere aufgrund der Unterzeichnung der *Behindertenrechtskonvention* (vgl. United Nations 2006), in der eine Abwendung vom separations-orientierten und eine Hinwendung zu einem inklusiven Schulsystem für Deutschland festgelegt wurde, werden die von

McGinnis & Kahn (2014) angesprochenen Forderungen immer aktueller. Lehrende werden damit vor die didaktische Herausforderung gestellt, zum Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung aller Schülerinnen und Schüler beizutragen. Bisher liegen allerdings nur wenige fachdidaktische Forschungsergebnisse zu den Herausforderungen und Fördermöglichkeiten von Lernenden mit Förderbedarf im naturwissenschaftlichen Unterricht vor, die auch in einer inklusiven Lernumgebung Anwendung finden können. So sollte es ein besonderes Anliegen fachdidaktischer Forschung sein, „to make appropriate adaptations in curriculum content, teaching materials, physical settings, instructional strategies, and assessment instruments for students with disabilities“ (Stefanich 2001, S. 7).

Aufgrund der veränderten Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf wird in der vorliegenden Arbeit ein Konzept entwickelt und untersucht, mit dem Lernende mit Förderbedarf an zentrale Aspekte von Scientific Literacy herangeführt werden können. Mit dem Ziel, die Konzeption auch im inklusiven Unterricht einsetzen zu können, will das vorliegende Forschungsprojekt grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung eines inklusiven Chemieunterrichts leisten.

Um die Thematik der vorliegenden Arbeit *„Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung – eine qualitative Studie als Beitrag zur Entwicklung eines inklusiven Chemieunterrichts“* vorzustellen und inhaltlich einzuordnen, wird am Beispiel der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen sowie der chemischen Fachsprache auf zentrale Aspekte von Scientific Literacy und auf die didaktischen Herausforderungen für Chemielehrende eingegangen, die mit der Hinwendung zu einem inklusiven Schulsystem einhergehen. In diesem Zusammenhang werden am Beispiel des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation relevante sonderpädagogische Grundlagen vorgestellt und die Fragestellung aufgeworfen, auf welche Weise eine naturwissenschaftliche Grundbildung für die angesprochene Zielgruppe erreicht werden kann (Kapitel 2).

Im Anschluss an die bis dahin geführten theoretischen Diskurse werden die Ziele des Forschungsvorhabens erläutert (Kapitel 3). Um detaillierte Informationen darüber zu erhalten, wie sich das Lernen und Lehren von Chemie bisher an Förderschulen für Hörgeschädigte ereignet hat und welche spezifischen Bedarfe im Chemieunterricht vorhanden sind, werden qualitative Untersuchungen an der angesprochenen Schulform durchgeführt und daraufhin weiterführende Forschungsfragen abgeleitet (Kapitel 4). Aufbauend auf den Erkenntnissen der explorativen Untersuchung richtet sich die weiterführende Studie auf die konkreten

Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht, Versuche zu beschreiben und zu erklären sowie Fachbegriffe anzuwenden. Mit dem Ziel, Lernende mit Hörschädigung an die genannten Aspekte als konstitutive Merkmale einer naturwissenschaftlichen Grundbildung heranzuführen, wird ein umfassendes Förderkonzept für den Chemieunterricht entwickelt.

In Kapitel 5 werden das Förderkonzept, das zum Erreichen der genannten Forschungsziele beitragen soll, vorgestellt und Einblicke in den Entwicklungsprozess der Maßnahmen gegeben, die zum konkreten Einsatz derselben im Chemieunterricht überleiten. Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird das Förderkonzept in praktischen Erprobungen an Förderschulen für Hörgeschädigte im Chemieunterricht qualitativ untersucht, analysiert und evaluiert (Kapitel 6). In Kapitel 7 werden die Erfahrungen und Resultate der durchgeführten Studien in verschiedenen Lerngruppen resümiert und daraufhin diskutiert, welche Konsequenzen für die inklusive Unterrichtspraxis wie auch für die Professionalisierung der universitären Lehrerinnen- und Lehrerbildung abgeleitet werden können. Abschließend gibt das Kapitel 8 einen Überblick über das vorliegende Forschungsprojekt und fasst die zentralen Ergebnisse und abzuleitenden Konsequenzen zusammen.

2 Theoretische Grundlagen – Zur Förderung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung

Der Begriff der naturwissenschaftlichen Grundbildung geht auf die englischsprachige Bezeichnung „Scientific Literacy“ zurück. Dieser Begriff wurde erstmals von Cohen & Watson (1952) verwendet und durch verschiedene Definitionen sowie Modelle unter anderem von Shamos (1995), Bybee (1997), Dubs (2002) sowie der OECD (2006a) weiterentwickelt. Bybee (1997) entwickelte beispielsweise ein hierarchisches Modell zur Scientific Literacy, in welchem zwischen einer nominalen, funktionalen, konzeptionell-prozeduralen sowie einer multidimensionalen naturwissenschaftlichen Grundbildung differenziert wird. Während die nominale Scientific Literacy als niedrigste Entwicklungsstufe derselben von inkorrekten Erklärungs- und Deutungsmustern naturwissenschaftlicher Sachverhalte sowie einem unsachgemäßen Gebrauch der Fachsprache gekennzeichnet ist, werden auf der höchsten Stufe im Sinne einer multidimensionalen Scientific Literacy grundlegende naturwissenschaftliche Prinzipien verstanden und die Besonderheiten der Naturwissenschaften sowie ihre Bedeutung im gesellschaftlichen Kontext erkannt (vgl. Bybee 2002, S. 31). Aus den Begriffsbestimmungen der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Rahmen der PISA-Studien ging die folgende Definition hervor, in welcher die Dimensionen des Wissens, Handelns und Bewertens einen zentralen Stellenwert einnehmen.

„An individual’s scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, to acquire new knowledge, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science related issues, understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry, awareness of how science and technology shape our material intellectual, and cultural environment, and willingness to engage in science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen“ (OECD 2006a, S. 12).

Lernende sollen insbesondere naturwissenschaftliche Fragestellungen erkennen, Phänomene beschreiben sowie naturwissenschaftliches Wissen nutzen, um Schlussfolgerungen ziehen zu können und diese Aspekte als bedeutende Charakteristika naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens begreifen. Dabei stellt die korrekte Verwendung der Fachsprache, wie sie im Modell von Bybee (1997) als Medium zur Kommunikation über naturwissenschaftliche Sachverhalte integriert wurde, eine bedeutende Voraussetzung dar.

Nachdem durch die Forderungen der nationalen und internationalen Bildungsstandards begründet werden konnte, warum eine naturwissenschaftliche Grundbildung im und durch den Chemieunterricht vermittelt werden soll, sollen in den folgenden Kapiteln zentrale Voraussetzungen für den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundlagen anhand der folgenden Leitfragen erarbeitet werden:

- Was ist Gegenstand einer naturwissenschaftlichen Grundbildung?
- Wer soll eine naturwissenschaftliche Grundbildung vermitteln?
- An wen ist die naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln?
- Wie soll die naturwissenschaftliche Grundbildung vermittelt werden?

Dabei wird zunächst auf Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie auf die Besonderheiten der chemischen Fachsprache eingegangen, die zentrale Gegenstände von Scientific Literacy sind (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2). Anschließend wird die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung als bedeutende Aufgabe aller Chemielehrenden aufgegriffen und im Spiegel der aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungsweg zur inklusiven Beschulung thematisiert, durch welche neue Aufgabenfelder für alle Lehrenden entstehen (vgl. Kapitel 2.3). Daran anschließend soll darauf eingegangen werden, an wen die naturwissenschaftliche Grundbildung zu vermitteln ist. Am Beispiel von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung wird exemplarisch eine Zielgruppe vorgestellt, die aufgrund der einsetzenden inklusiven Beschulung nicht mehr ausschließlich die Lernerkielntel von Förderschullehrenden, sondern zukünftig die aller Chemielehrenden darstellen wird, an die eine naturwissenschaftliche Grundbildung vermittelt werden soll (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5). Anhand der vorgestellten theoretischen Grundlagen soll diskutiert werden, welche Konsequenzen sich für das Lehren und Lernen von Chemie ergeben, um den Weg zur Scientific Literacy exemplarisch für Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung zu ebnet (vgl. Kapitel 2.6).

2.1 Zur Bedeutung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen für den Chemieunterricht

Im vorliegenden Kapitel soll auf die Leitfrage nach dem konkreten Gegenstand der naturwissenschaftlichen Grundbildung eingegangen werden. Da insbesondere das Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen einen besonderen Beitrag zur Entwicklung der naturwissenschaftlichen Grundbildung leisten kann, findet zunächst eine Fokussierung auf diese Aspekte statt (vgl. Kapitel 2.1.1). Daran anschließend wird auf die Verortung der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen in den nationalen Bildungsstandards eingegangen (vgl. Kapitel 2.1.2) sowie auf zentrale Lernschwierigkeiten, die mit den angesprochenen Lerninhalten einhergehen (vgl. Kapitel 2.1.3). Zuvor sei aber darauf hingewiesen, dass Gegenstand des Kapitels naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sind, diese jedoch im Hinblick auf die *domänenspezifischen* Belange der Chemie bzw. des Chemieunterrichts dargestellt werden.

2.1.1 Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen als Lerngegenstand

Als Folge der nur mittelmäßigen Leistungen deutscher Schülerinnen und Schüler bei der dritten Studie von TIMS wurde von der Bund-Länder-Kommission (BLK) der Modellversuch zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ im Rahmen der sogenannten Baumert-Expertise (1997) formuliert. In dieser Expertise wurde auf den besonderen Mehrwert naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens für den naturwissenschaftlichen Unterricht hingewiesen sowie die Notwendigkeit betont, diese selbst im Unterricht zu thematisieren. Zwar werden naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im naturwissenschaftlichen Unterricht schon immer thematisiert, allerdings finde das tatsächliche naturwissenschaftliche Arbeiten im Unterricht selten statt (vgl. Baumert et al. 1997, S. 73ff.). Unmittelbar aus der Expertise ging das bundesweite Modellprojekt SINUS hervor, in welchem unter anderem auf naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken besonders eingegangen wurde.

„ [Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen] sind einerseits eine notwendige Voraussetzung für das fortschreitende Lernen innerhalb eines Faches (kumulatives Lernen, vertikale Vernetzung). Sie sind andererseits übertragbar auf neue Prob-

lemstellungen innerhalb und außerhalb des Unterrichts, sofern sie als Prinzipien und Strategien verinnerlicht werden“ (Prenzel & Parchmann 2003, S. 16).

Der Erwerb dieser Fähigkeiten ist „für die Vermittlung einer konzeptuellen und prozeduralen naturwissenschaftlichen Grundbildung konstitutiv“ (Fischler & Reiners 2006, S. 9).

An dieser Stelle ist zu beachten, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht alle Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen detailliert vorgestellt werden können. Vielmehr soll darauf eingegangen werden, welche Aspekte im Chemieunterricht besonders zentral sind. Neben dem Entwickeln von Fragestellungen werden im Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Chemieunterricht unter anderem das Formulieren von Hypothesen, das Planen und Durchführen von Experimenten, das hypothesengeleitete Beobachten, das Auswerten und Erklären von Experimenten unter Zuhilfenahme geeigneter Modelle als Instrumente der Erkenntnisgewinnung in den Vordergrund gerückt (vgl. Duit 2003, Stäudel 2003). Die von theoretischen Interessen motivierten Fragestellungen sollen mithilfe naturwissenschaftlicher Methodik ergründet werden. Von besonderer Bedeutung sind dabei das naturwissenschaftliche Argumentieren und Problemlösen (vgl. Labudde & Möller 2012). Dieses soll Schülerinnen und Schüler nicht nur dazu befähigen, die fachlichen Lernziele des Chemieunterrichts zu erreichen, sondern sie darüber hinaus dazu befähigen, diese Kompetenzen auch außerhalb des schulischen Kontexts anwenden zu können. Dass damit ein Beitrag für die Scientific Literacy geleistet werden kann, wird im folgenden Beitrag besonders hervorgehoben.

„Not only is scientific reasoning fundamental to problem solving and discovery in science research, it is also useful beyond the scientific context such as decision making and general problem solving in real-life situations [...] key elements of scientific literacy for all students and are usually displayed in the social context of the classroom“ (Treagust & Tsui 2014, S. 308).

Als besonderer Schwerpunkt für das vorliegende Kapitel wurden das Experiment und das Modell sowie deren Verhältnis zueinander als zentrale Instrumente naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung ausgewählt.

Bei der Chemie handelt es sich um eine experimentelle Wissenschaft. Da es ein zentrales Anliegen des Chemieunterrichts ist, „den Schülern Kenntnisse über das Wesen der Naturwissenschaften zu vermitteln, ist das Experiment auch dort unabdingbarer Bestandteil“

(Pfeifer et al. 2002, S. 292). Durch das Experimentieren kann das „Überprüfen von Hypothesen unter kontrollierten und systematisch variierenden Bedingungen“ (Barke & Harsch 2012, S. 105) erfolgen. Experimente werden in der Regel mit dem Ziel durchgeführt, naturwissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und Fragestellungen zu beantworten, wobei diese auch zu neuen Fragestellungen und Hypothesen anregen können. Schülerinnen und Schüler können insbesondere durch eigenständig durchgeführte Experimente im Unterricht konkrete Erfahrungen mit chemischen Sachverhalten sammeln und sich Lerninhalte erschließen (vgl. Pfeifer, Schaffer & Sommer 2011).

Zwischen den in der Fachwissenschaft Chemie und den im Unterricht durchgeführten Experimenten bestehen jedoch deutliche Unterschiede, die im Folgenden exemplarisch erläutert werden sollen. Das wichtigste Merkmal von Experimenten in der Chemie ist, dass dadurch tatsächliche neue Erkenntnisse für die Fachwissenschaft gewonnen werden. Diese wissenschaftlichen Neuerungen werden in der Chemie über die Durchführung von Synthesen und Analysen erzielt. Es kann allerdings Jahre dauern, bis tatsächlich neue naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (vgl. Chalmers 2001, S. 26), woraus ersichtlich wird, dass in der naturwissenschaftlichen Praxis nicht jedes Experiment zu den gewünschten Ergebnissen führt. Weiterhin sind Experimente in der Chemie von einer planvollen Vorgehensweise sowie einem hypothesengeleiteten Beobachten gekennzeichnet, wobei der Ausgang der Experimente offen ist und naturwissenschaftliche Erkenntnisse dabei auch zufällig entstehen können.

Mit Experimenten im schulischen Kontext werden grundsätzlich andere Ziele verfolgt. Experimente in der Schule werden überwiegend zur Veranschaulichung naturwissenschaftlicher und technischer Zusammenhänge und zum Einüben naturwissenschaftlicher Methoden eingesetzt. Weiterhin zielt das Experimentieren darauf ab, Schülerinnen und Schülern zu motivieren und Interesse am Fach zu wecken. Da auf diese Weise im Chemieunterricht Lernprozesse bei den Lernenden initiiert werden, kommt dem Experiment in der Schule eine Bildungsfunktion zu, die sich von der Erkenntnisgewinnung in der Wissenschaft unterscheidet. Es ist Bestandteil des tradierten Wissenskanons im Chemieunterricht einer jeden Schule. Somit stellt das schulische Experimentieren ein „Nachvollziehen von Arbeitsoperationen dar, die der Fachwissenschaft Chemie entlehnt sind und deren Ergebnisse bekannt sind“ (Pfeifer et al. 2002, S. 293), was ebenfalls den Ausführungen von Ausubel (1974) zum *nachentdeckenden* Lernen entspricht. Zudem werden Experimente im schulischen Kontext von den Lehrenden insbesondere dahingehend ausgesucht, ob sie

deutliche Effekte zeigen und mit hoher Wahrscheinlichkeit gelingen, womit ein weiterer Unterschied zum wissenschaftlichen Experiment deutlich wird. Zudem ist der Ausgang der Experimente im schulischen Kontext allein aus Sicherheitsbestimmungen den Lehrenden wohlbekannt, während die Schülerinnen und Schüler über diese Information nicht verfügen. Demnach findet beim Experimentieren für die Lernenden ein Erkenntnisgewinn statt. Eine Ausnahme für den offenen Ausgang von Experimenten im Chemieunterricht stellen vermutlich nur Analysen dar, zu denen Untersuchungen von Lebensmitteln oder Gewässerproben zählen, bei denen tatsächlich neue Informationen gewonnen werden, die auch den Lehrenden unbekannt sind. Weiterhin liegen Experimenten in der Schule nicht immer Hypothesen zugrunde, wobei das Fehlen derselben nicht immer dem planvollen und zielgerichteten naturwissenschaftlichen Experimentieren entspricht (vgl. Baumert et al. 1997, S. 73ff., Altrichter & Posch 2007, S. 211f., Wirth et al. 2008). Demnach wird häufig angezweifelt, ob durch den naturwissenschaftlichen Unterricht tatsächlich „ein Einblick in authentische Wissenschaft gegeben [wird]“ (Engeln 2004, S. 23).

Aus diesen exemplarischen gewählten Beispielen konnte aufgezeigt werden, dass Experimente in der Schule nicht immer allen Kriterien des wissenschaftlichen Experiments entsprechen (können), wovon allerdings die didaktische Funktion des Experiments im Chemieunterricht unberührt bleibt. Um dem naturwissenschaftlichen Unterricht jedoch mehr den Charakter naturwissenschaftlicher Praxis zu verleihen, werden beispielsweise Verfahren wie *Inquiry-based learning* eingesetzt, durch welches naturwissenschaftliches Arbeiten in Lernumgebungen hervorgehoben wird, in der die Wege zur Problemlösung und zur Erkenntnisgewinnung offen(er) sind (vgl. z.B. Blanchard et al. 2010, Crawford 2014). Im Sinne des *Inquiry-based learning*, bei dem Lernende als Forschende tätig sind, werden naturwissenschaftliche Fragestellungen selbstständig erarbeitet, Versuche geplant und durchgeführt sowie Erklärungsansätze zu den durchgeführten Untersuchungen entwickelt (vgl. Bernholt 2013). Weiterhin zeichnet sich das Verfahren insbesondere durch problemorientiertes Arbeiten und offenes Experimentieren aus (vgl. Banchi & Bell 2008, S. 26ff.).

Auch wenn durch naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Unterricht andere Ziele verfolgt werden als in der Wissenschaft, ist es erforderlich, die Chemie „auch im Unterricht als eine empirische Wissenschaft mit dem charakteristischen Wechselspiel zwischen Theorie und Empirie“ (Pfeifer 2003, S. 7) zu vermitteln. Da das Experiment streng genommen erst durch die Zuhilfenahme des entsprechenden Modells zur Erkenntnisge-

winnung führen kann (vgl. Kircher 2010, S. 741ff.), stellen Modelle neben dem Experiment zweifelsohne die Säulen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dar.

„Models are essential to the production, dissemination, and acceptance, of scientific knowledge. [...] they function as a bridge between scientific theory and the world-as-experienced“ (Gilbert 2004, S. 116).

Das Lernen von Chemie verlangt somit neben der Durchführung experimenteller Untersuchungen auch die „chemische Modellbildung und Modellanwendung durch die Lernenden“ (Graf 2001, S. 4), da erst damit ein tiefergehendes Verständnis zu den behandelten Lerninhalten erzielt werden kann (vgl. Treagust & Tsui 2014, S. 306). Dass darin auch der Ursprung zentraler Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht liegt, wird in den folgenden Beiträgen erläutert.

„But chemistry, to be more fully understood, has to move to the submicro situation where the behaviour of substances is interpreted in terms of the unseen and molecular and recorded in some representational language and notation. This is at once the strength of our subject as an intellectual pursuit, and the weakness of our subject when we try to teach it, or more importantly, when beginners (students) try to learn it“ (Johnstone 2000, S. 11).

„It is not possible to fully understand [...] the ‚mystery‘ and fascinations arising from the transformation of matter, without first adopting a convincing sub-microscopic view, able to connect observed macroscopic properties to the behaviors of atoms and molecules [...] and this presents a major difficulty for the learning and teaching of chemistry“ (Floriano et al. 2009, S. 23 und 30).

Der Zusammenhang zwischen Experiment und Modell wird durch das sogenannte Chemiedreieck von Alex H. Johnstone veranschaulicht, in welchem die „three conceptual levels of chemistry“ (Johnstone 2000, S. 59), „macro“, „sub-micro“ und „representational“ thematisiert werden. Johnstone thematisiert in seinem Dreieck die „nature of chemistry“, die enge Verbindung der stofflichen Ebene, der submikroskopischen und der symbolisch-mathematische Ebene, welche die Ecken des Dreiecks darstellen (vgl. ebd. 2006, S. 59) (vgl. Abb. 2.1).

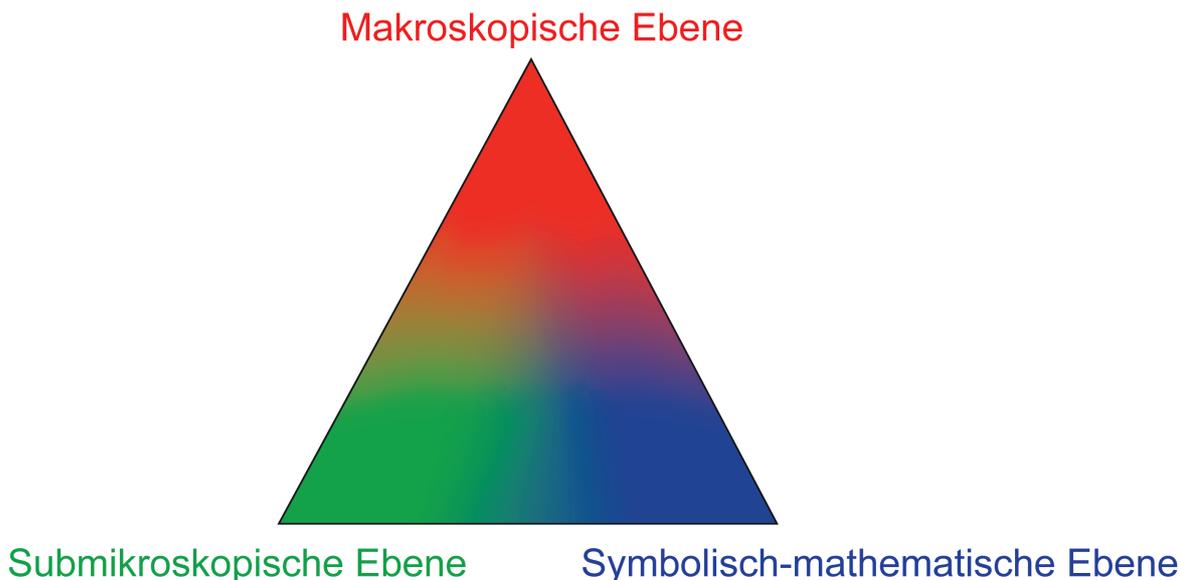


Abb. 2.1: Darstellung der Repräsentationsebenen der Chemie in Anlehnung an Johnstone (2010)

Das Dreieck beschreibt, dass naturwissenschaftliche Phänomene auf drei verschiedenen Ebenen dargestellt werden können, wobei das tatsächliche Verstehen und Erklären chemischer Sachverhalte erst durch die Betrachtung derselben möglich wird.

„Concepts must be built from the macroscopic and gradually be enriched with submicroscopic and representational aspects“ (Johnstone 2010, S. 28).

Die *makroskopische Ebene* kann durch Beobachtungen unmittelbar wahrgenommen und beschrieben werden. Eine wichtige Grundlage für naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen ist die Vorstellung, „dass der Wissenschaftler, ausgestattet mit Observablen auf der makroskopischen Ebene einerseits und mit theoretischen Vorstellungen auf der submikroskopischen Ebene andererseits“ (Fischler & Reiners 2006, S. 9) operiert. Um wahrgenommene Phänomene also erklären zu können, ist das Heranziehen von Modellen, die auf theoretischen Vorstellungen beruhen, unerlässlich. Bei der Betrachtung naturwissenschaftlicher Phänomene auf der *submikroskopischen Ebene* (Moleküle, Atome und Ionen) handelt es sich um Modellvorstellungen, die dazu dienen, auf der makroskopischen Ebene wahrgenommene Phänomene erklären zu können. Sie dienen als Vorstellungshilfe.

„Models are used as a bridge by means of analogy for three major purposes in science education: to create simpler forms of objects/phenomena, to enable visualization for learning concepts/phenomena, and to explain concepts/phenomena. There

is general consensus that models and modeling are central to understanding in science education“ (Treagust & Tsui 2014, S. 312).

Dabei ist allerdings zu beachten, dass Modelle in einem bestimmten Kontext generiert werden und insbesondere Anschauungsmodelle die Lernenden bei der Entwicklung und Visualisierung mentaler Modelle unterstützen können.

„Scientific models may be developed as part of the process of scientific work itself, developed [...] as thinking tool, and so judged successful if they suggest fruitful hypotheses and productive paths for empirical work, allowing further progress to made“ (de Jong & Taber 2014, S. 461).

Modelle sind als gedankliche Konstrukte zu verstehen, die von Menschen mit dem Ziel geschaffen werden, um bestimmte Phänomene erklären zu können (vgl. Wellnitz et al. 2012, S. 263ff). Kircher (2010) beschreibt Modelle als vorläufige, unvollkommene und unzulängliche Eigenschaften und betont, „dass unser Wissen über die Realität prinzipiell hypothetisch ist“ (Kircher 2010, S. 736). Es handelt sich um vorläufige Vorstellungen, weshalb Naturwissenschaften immer nur einen Bereich der Realität, gemessen an dem aktuellen Kenntnisstand, beschreiben und erklären können. Neben dem von Kircher (2010) zugrundeliegenden Modellbegriff, welcher formal betrachtet gewisse Bezüge zum kybernetischen Modellbegriff aufweist, liegen zahlreiche weitere Modellbegriffe vor, in denen das Wesen, die Möglichkeiten und Grenzen, die Funktion von Modellen sowie die Beziehung zwischen Objekt, Subjekt und Modell erklärt werden. Dazu zählen unter anderem Modellbegriffe von Steinbuch (1977), Stachowiak (1983) sowie Saborowski (2000), welcher im Rahmen seiner Dissertation den Modellbegriff von Kircher (2010) um die Perspektive des Experiments als Vermittler zwischen Objekt, Subjekt und Modell erweitert hat. Weiterhin können, wie bereits erwähnt, Sachmodelle die Lernenden dabei unterstützen, indem neben den konkreten Versuchsmaterialien (Original) auch konkrete Modelle (Anschauungsmodelle) zur Veranschaulichung der abstrakten, sich entwickelnden Modellvorstellungen (Denkmodelle) zur Verfügung stehen (vgl. Steinbuch 1977, S. 10ff). „The concrete model is used in chemistry to make the sub-microscopic visible“ (Gilbert 2013, S. 135) bzw. diese können dabei helfen, theoretische Vorstellungen zu visualisieren und zu konkretisieren.

Zu den Grenzen von Modellen gehört es, dass diese die Realität nicht vollständig im Modell abbilden können, was besonders im Modellbegriff von Stachowiak (1983) hervorge-

hoben wird. Aus diesem Grund ist ein kritischer und reflektierter Umgang mit Modellen¹ im Unterricht unabdingbar, um Fehlvorstellungen zu vermeiden. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass es sich bei den im Unterricht thematisierten Modellvorstellungen und Erklärungsmuster in der Regel um die Vorstellungen des aktuellen wissenschaftlichen Konsens handelt, die von der Lehrperson vorgegeben, von den Lernenden nachvollzogen und damit nicht durch diese generiert werden. Welche Lernschwierigkeiten beim Denken in Modellen auftreten können, darauf wird unter anderem im weiteren Verlauf des Kapitels eingegangen (vgl. Kapitel 2.1.3).

Auf Grundlage der chemischen Symbol- und Formelsprache können chemische Sachverhalte auf der *symbolisch-mathematischen Ebene* erklärt werden. Wie beispielsweise bei der Vorstellung, dass Materie aus Teilchen aufgebaut ist, beruht die symbolisch-mathematische Beschreibung „auf dem Modellcharakter von Formeln und Gleichungen“ (Vollmer 1980, S. 31). Dabei stehen Formeln und Symbole stellvertretend für die Stoffe, während Gleichungen zur Veranschaulichung von chemischen Reaktionen und Gesetzmäßigkeiten dienen. Die beschriebenen drei Ebenen stehen in einer wechselseitigen, sich ergänzenden Beziehung zueinander, wobei zwischen den Ebenen keine (intendierte) Hierarchisierung vorliegt, was aus dem folgenden Beitrag hervorgeht.

„No one form is superior to another, but each one complements the other“ (Johnstone 2000, S. 11).

Von Johnstone (2006) wird stark kritisiert, dass der Umgang mit den dargestellten Betrachtungsebenen durch die Lehrperson im Chemieunterricht häufig unbedacht erfolgt, sodass Lernschwierigkeiten provoziert werden, worauf im weiteren Verlauf des Kapitels näher eingegangen werden soll (vgl. Kapitel 2.1.3).

2.1.2 Zur Verortung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen in den nationalen Bildungsstandards

Mit Veröffentlichung der nationalen Bildungsstandards erfolgte eine Abkehr von einer auf der Taxonomie von Bloom (1972) basierenden Lernzielorientierung (Inputorientierung) hin zur Orientierung an Kompetenzen (Outputorientierung), die am Ende der Sekundar-

¹ Weitere Informationen zu Modellen sind z.B. Clement & Rae-Ramirez (2008) und Gilbert (2004) zu entnehmen.

stufe I erreicht werden sollen (vgl. KMK 2005). Die Kompetenzen der Bildungsstandards wurden auf Grundlage der sogenannten Klieme-Expertise entwickelt (vgl. Klieme et al. 2003, S. 9 ff.) und dem Kompetenzbegriff nach Weinert (2001) zugrunde gelegt. Die vier für das Unterrichtsfach Chemie formulierten Kompetenzen betreffen die inhaltsbezogene Kompetenz Fachwissen sowie die prozessbezogenen Kompetenzen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Dabei finden sich die zentralen Charakteristika naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens insbesondere im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wieder, in dem „experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen“ (KMK 2005, S. 7) im Vordergrund stehen. In den acht Teilkompetenzen des Kompetenzbereichs sind die folgenden Aspekte enthalten:

„Schülerinnen und Schüler...

E 1 erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente, zu beantworten sind,

E 2 planen geeignete Untersuchungen zur Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen,

E 3 führen qualitative und einfache quantitative experimentelle und andere Untersuchungen durch und protokollieren diese,

E 4 beachten beim Experimentieren Sicherheits- und Umweltaspekte,

E 5 erheben bei Untersuchungen, insbesondere in chemischen Experimenten, relevante Daten oder recherchieren sie,

E 6 finden in erhobenen oder recherchierten Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen,

E 7 nutzen geeignete Modelle (z.B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente) um chemische Fragestellungen zu bearbeiten,

E 8 zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf“ (KMK 2005, S. 12).

Es wird davon ausgegangen, dass Lernende naturwissenschaftliche Erkenntnisse „erst dann für ihre Lebensgestaltung nutzbar machen können, wenn sie auch verstehen, wie diese Erkenntnisse zustande kommen“ (Arnold, Kremer & Mayer, 2014, S. 83). Aus diesem Grund sollen naturwissenschaftliche Erkenntniswege im Unterricht nicht nur theoretisch behandelt, sondern auch praktisch durchgeführt und nachvollzogen werden. Dabei kommt dem

Experiment eine besondere Rolle zu, welches „als Methode der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften im Sinne eines wissenschaftspropädeutischen Ansatzes im Unterricht genutzt [wird], mit dem manuelle Fertigkeiten und experimentelle Kompetenzen gefördert werden können“ (Emden, Hübinger & Sumfleth 2010, S. 281). Dazu werden Fragestellungen und Hypothesen formuliert und darauf basierend Experimente geplant, durchgeführt und anschließend entsprechende Schlussfolgerungen gezogen. Somit liegt ein weiterer Schwerpunkt im Nutzen von Modellen, durch welche eine abstraktere Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen und dessen Ergründung erst stattfinden kann (vgl. Kremer 2012, S. 18). Der Kompetenzbereich zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler darin gefördert werden, über wahrgenommene Phänomene, Erfahrungen nachzudenken und mit ihrem Wissen sowie neuen Ideen und Vorstellungen zu verknüpfen. Mit dem Erwerb dieser Kompetenzen soll „ein Beitrag für die Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Weltverständnisses geleistet [werden]“ (KMK 2005, S. 9).

Weiterhin wurden zur Konkretisierung des Kompetenzbereichs drei Anforderungsbereiche ergänzt. Das Nutzen bekannter Untersuchungsmethoden und das Beschreiben von Phänomenen wird dem Anforderungsbereich I zugeordnet. Gemäß dem Anforderungsbereich II werden geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle von den Schülerinnen und Schülern selbstständig ausgewählt und zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte genutzt. Das begründete Auswählen und Anpassen von Modellen sowie Untersuchungsmethoden hingegen erfordert das höchste Maß an Kompetenz und ist somit dem Anforderungsbereich III zuzuordnen (vgl. KMK 2005, S. 14).

Zur weiteren Konkretisierung und insbesondere zur Operationalisierung der in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen wurden Modelle zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung entwickelt und herangezogen (vgl. Klahr 2000, Chinn & Malhotra 2002, Hofstein et al. 2005, Schecker & Parchmann 2007, Hammann et al. 2007, Grube 2011). Den Kompetenzmodellen ist gemein, dass sie das Aufstellen von naturwissenschaftlichen Fragestellungen, das Testen von Hypothesen, das Planen, Durchführen und Erklären von Experimenten sowie das Ziehen von Schlussfolgerungen besonders hervorheben. Allerdings bleibt die Möglichkeit zur Messung der erreichten Kompetenzen und Kompetenzstufen im Rahmen der Institution Schule fraglich, da sich die tatsächlichen Resultate der Kompetenzorientierung als Bestandteil der naturwissenschaftlichen Bildung vermutlich erst außerhalb des schulischen Kontextes zeigen und bewähren werden. Zudem ist infrage zu stellen, ob es allen Schülerinnen und Schülern aufgrund ihrer unterschiedli-

chen Lernvoraussetzungen möglich ist, diese verbindliche Kompetenzformulierung bis zum Ende des 10. Schuljahres zu erfüllen.

2.1.3 Betrachtung ausgewählter Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern im Bereich der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen

Die Bedeutung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen für den Chemieunterricht ist unbestritten. Trotz intensiver Auseinandersetzung mit den angesprochenen Inhalten und Methoden führt der Chemieunterricht im Hinblick auf das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen nicht immer zu den gewünschten Lernergebnissen, was unter anderem auch in Resultaten chemiedidaktischer Forschung sowie in Schulleistungsuntersuchungen wie PISA und TIMSS zum Vorschein kommt (vgl. Prenzel & Parchmann 2003, S. 15). Die beim Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen auftretenden Lernschwierigkeiten können verschiedenen Bereichen zugeordnet werden, von denen einige an dieser Stelle exemplarisch betrachtet werden sollen. Dazu zählen experimentelle Kompetenzen, die Schwerpunktsetzung der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen in der Unterrichtspraxis sowie der Wechsel zwischen den chemischen Betrachtungsebenen.

In verschiedenen fachdidaktischen Untersuchungen sowie in der schulischen Praxis hat sich gezeigt, dass Lernende nicht immer über die entsprechenden experimentellen Kompetenzen verfügen, um beim Experimentieren systematisch und strategisch vorzugehen (vgl. de Jong & van Joolingen 1998). So bleiben die aus den Experimenten tatsächlich gewonnenen Erkenntnisse häufig hinter den Erwartungen der Lehrenden zurück. Jedoch konnte noch nicht abschließend ergründet werden, worin die Ursachen für die Lernschwierigkeiten liegen und auf welche Weise die Schülerinnen und Schüler hier unterstützt werden können. Nach Wirth et al. (2008) liegen die Ursachen möglicherweise in unangemessenen Instruktionen der Lehrperson oder darin begründet, dass die Lernenden nicht ausreichend in der Lage sind, ihre metakognitiven Strategien zum systematischen Vorgehen beim Experimentieren zu nutzen. Andere Forschungsergebnisse sprechen dafür, dass ein besonderer Schwerpunkt in der Förderung experimenteller Kompetenzen („hands-on“) liegt. Allerdings werde zu wenig Zeit für das Reflektieren über die erhobenen Messdaten oder gemachten Beobachtungen sowie für das Erklären und Begründen („minds-on“) eingeräumt (vgl. Baumert et al. 1997, S. 73ff., Duit 2003, S. 6). Weiterhin liegen Forschungsergeb-

nisse vor, die belegen, dass gerade das naturwissenschaftliche Erklären, Argumentieren und Begründen für die meisten Schülerinnen und Schüler zu anspruchsvoll sei, weil dort ein enormes Maß an fachspezifischem Wissen vorausgesetzt wird.

„It is noteworthy that students have difficulties learning those casual explanations, very common in science classroom teaching, that involve the cause-effect relationship phenomena. [...] However, scientific reasoning within the canonical content of science is often beyond the capabilities of most schoolchildren, who lack the domain-specific knowledge“ (Treagust & Tsui 2014, S. 306 und 309).

Weiterhin zeigen die Ergebnisse zahlreicher chemiedidaktischer Studien, dass Schülerinnen und Schüler häufig vor großen Herausforderungen stehen, mit den im Johnstone Dreieck angesprochenen Betrachtungsebenen der Chemie adäquat umzugehen (vgl. Demuth 2007, S. 12). Das führt häufig dazu, dass sich aufseiten der Lernenden eine Reihe von Fehlvorstellungen und Mischkonzepten insbesondere zum Teilchenmodell entwickeln, die nicht mit dem derzeitigen wissenschaftlichen Konsens übereinstimmen.

„However, students may lack the epistemological sophistication to understand the nature of models, analogies, and similes that we so readily use in teaching. [...] Although students often accept our teaching about everything being made of tiny particles, they very commonly misunderstand the particle model“ (de Jong & Taber 2014, S. 461 und 463).

So werden Modelle nicht selten mit der Realität verwechselt und makroskopische Bedingungen unreflektiert auf die submikroskopische Ebene übertragen. Den Schülerinnen und Schülern sind dabei häufig die Möglichkeiten und Grenzen von Modellen nicht ausreichend bewusst. So müsse im Unterricht noch stärker betont werden, dass Modelle von Menschen konstruiert werden mit dem Ziel, naturwissenschaftliche Phänomene zu vereinfachen und erklären zu können sowie um Vorhersagen zu treffen. Ist es nicht mehr möglich, ein naturwissenschaftliches Phänomen mit einem bereits etablierten Modell zu erklären, besteht die Notwendigkeit, dieses zu modifizieren, woraus deutlich wird, dass Modelle in ihrer Aussagekraft äußerst vorläufig sind. Die bei Lernenden auftretenden Fehlvorstellungen sowie Mischkonzepte konnten durch fachdidaktische Aufsätze und Studienergebnisse bereits umfassend dokumentiert werden (vgl. z.B. Pfundt 1982, Saborowski 2000, Mikelski-Seifert 2002, Steffensky, Parchmann & Schmidt 2005, Barke 2006, Marohn 2008, Grüß-Niehaus 2010, Barke & Harsch 2012).

Nach Johnstone (2010) ist es zudem dringend erforderlich, die Wege des Lehrens von Chemie zu überdenken und zu verändern, wobei die Notwendigkeit zu dieser Veränderung fachdidaktisch Forschenden und Chemielehrenden gerade durch die eindeutigen Resultate von Schulleistungsuntersuchungen sowie zahlreichen Studien immer wieder bescheinigt wird. Auch im Sinne der geforderten naturwissenschaftlichen Grundbildung ist es wünschens- und erstrebenswert, dass Schülerinnen und Schüler ein persönliches Interesse für chemische Fragestellungen entwickeln (vgl. Johnstone 2010, S. 22) und dieses auch außerhalb der Institution Schule beibehalten. Dieses Vorhaben könnte nach Johnstone (2010) dadurch erzielt werden, dass den Lernenden mehr Zeit eingeräumt wird, Phänomene auf makroskopischer Ebene zu betrachten, welche schrittweise durch Betrachtungen auf der submikroskopischen und der symbolisch-mathematischen Ebene bereichert werden, auch um eine Überlastung des Arbeitsgedächtnisses zu vermeiden (vgl. Johnstone 2000, S. 9, de Jong & Taber 2014, S. 465). Denn gerade im gleichzeitigen und übereilten Thematisieren der drei Betrachtungsebenen liegen die zentralen Probleme des Chemieunterrichts begründet, worauf mehrfach von Johnstone (2000, 2006 und 2010) hingewiesen wurde.

„Herein lies the problem of teaching: information cannot be transferred intact from a teacher to a learner. The only way a teacher can be reasonably sure that a student has received and understood exactly what was intended is for teacher and student to discuss and exchange the understanding face to face“ (Johnstone 2010, S. 22).

Lehrkräfte können demnach „dem Lernenden das Verstehen nicht abnehmen oder vormachen. Wirkliches Verstehen ist ein Akt, den jeder Lernende selbst vollziehen muss“ (Wagenschein 1968, S. 121), wofür den Lernenden mehr Zeit zur Verfügung zu stellen ist. Es ist also erforderlich, dass die Chemielehrenden die Schülerinnen und Schüler schrittweise an die unterschiedlichen Betrachtungsebenen der Chemie heranführen. Weiterhin könnten zur Visualisierung der theoretischen Modellvorstellungen entsprechende Sachmodelle eingesetzt und deren Möglichkeiten und Grenzen für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung thematisiert und reflektiert werden. Diese Lernprozesse sind durch entsprechende Fördermaßnahmen zu unterstützen und bewusst herbeizuführen.

2.2 Fachsprache als Medium und Lerngegenstand im Chemieunterricht

Im vorliegenden Kapitel wird ebenfalls auf die Leitfrage nach dem konkreten Gegenstand der naturwissenschaftlichen Grundbildung eingegangen und die chemische Fachsprache als Voraussetzung für den Erwerb von Scientific Literacy hervorgehoben.

Fachsprache wird im Allgemeinen als eine Sprache definiert, die sich insbesondere durch spezielle Termini von der Gemeinsprache deutlich unterscheidet (vgl. Griebhaber 2010). Bezogen auf die Chemie handelt es sich um ein domänenspezifisches Sprachsystem, welches einen bedeutenden „Teil der kulturellen Identität einer jeden wissenschaftlichen Disziplin [ausmacht]“ (Rincke 2010, S. 235). Die chemische Fachsprache stellt sicher, dass innerhalb der Fachdisziplin Erkenntnisse und Methoden konsensfähig kommuniziert und Geltungsansprüche von Aussagen eingegrenzt werden können. Die chemische Fachsprache ist daher auch für das Lehren und Lernen von Chemie von zentraler Bedeutung und hat in diesen Prozessen eine Doppelfunktion inne. Sie stellt nicht nur das Medium dar, über das Lerninhalte kommuniziert werden und Wissenserweiterung stattfinden kann, sondern stellt gleichzeitig den Lerngegenstand an sich dar (vgl. z.B. Lemke 1990, Stork 1993, Merzyn 1998b, Meloefski 2007, Treagust 2007).

Um der Bedeutung der chemischen Fachsprache für den Lernerfolg im Chemieunterricht sowie für den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung Ausdruck zu verleihen, wurde die Förderung der Fachsprache explizit in den bereits erwähnten Bildungsstandards verankert. Diese findet sich insbesondere im Kompetenzbereich Kommunikation wieder, in welchem das Erschließen und Kommunizieren fach- und sachbezogener Inhalte im Vordergrund steht. Auch im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung „werden Kompetenzen beschrieben, die für einen fachbezogenen Informationsaustausch auf der Basis einer sachgemäßen Verknüpfung von Alltags- und Fachsprache erforderlich sind. In ihrer Lebensumwelt begegnen den Schülerinnen und Schülern Phänomene, die sie sich und anderen mit Hilfe der Chemiekennntnisse unter Nutzung der Fachsprache erklären können. In der anzustrebenden Auseinandersetzung erkennen sie Zusammenhänge, suchen Informationen und werten diese aus“ (KMK 2005, S. 9).

Neben der Fähigkeit, chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache beschreiben, veranschaulichen und erklären zu können (K4), werden als zentrale Teilkompetenzen das wechselseitige Übersetzen der Alltagssprache in die Fachsprache (K5) sowie das Verfassen von Versuchsprotokollen zu durchgeführten Untersuchungen (K6) gefordert

(vgl. KMK 2005, S. 12). Wie auch das Thematisieren der zentralen Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens für den Erwerb von Scientific Literacy ausschlaggebend ist, ist es erforderlich mit der chemischen Fachsprache diejenige Sprache zu lernen, in der naturwissenschaftliche Sachverhalte kommuniziert und generiert werden. Die chemische Fachsprache „trägt maßgeblich zur naturwissenschaftlichen Grundbildung bei und ist entsprechend auch Teil der Erwartungen an Schülerinnen und Schüler, die den mittleren Bildungsabschluss erwerben“ (Rincke 2010, S. 235f.).

„Sprache ist konstitutiv für wissenschaftliches Handeln. Vor diesem Hintergrund kann aus dem Konzept der Scientific Literacy die sprachliche Förderung von Lernenden als Bildungsziel auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht abgeleitet werden“ (Härtig et al. 2015, S. 1).

Allerdings sind mit dem Erwerb der chemischen Fachsprache einige Lernschwierigkeiten verbunden, die sich gerade aus den Spezifika dieser Fachsprache ergeben. Diese Besonderheiten sowie die damit verbundenen Herausforderungen für Schülerinnen und Schüler beim Erwerb derselben sind Gegenstand des vorliegenden Kapitels (vgl. Kapitel 2.2.1). Weiterhin soll das Dokumentieren von Experimenten, welches nicht nur einen konkreten schriftsprachlichen Anwendungsbereich der chemischen Fachsprache, sondern Bestandteil naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen darstellt, vorgestellt werden. Dazu zählen sowohl die Funktion und die Kriterien des Versuchsprotokolls als auch die Lernschwierigkeiten, die mit dem schriftlichen Verfassen von Versuchsprotokollen einhergehen (vgl. Kapitel 2.2.2).

2.2.1 Die Besonderheiten der chemischen Fachsprache

Die chemische Fachsprache mit ihren Besonderheiten und Schwierigkeiten soll am Beispiel exemplarisch ausgewählter Thesen von Merzyn (1998a und 1998b) zur „Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht“ vorgestellt werden.

Sprache spielt für den naturwissenschaftlichen Unterricht eine vielfach unterschätzte, eminent wichtige Rolle. Sprache ist das bildende Organ der Gedanken.

Entgegen der weit verbreiteten Annahme, naturwissenschaftliche Fächer, so auch das Unterrichtsfach Chemie, kämen nahezu ohne Sprache aus, ist diese These von Merzyn

(1998a) anzuführen. Der erste Teil der These thematisiert zunächst die zuvor angesprochene Bedeutung der chemischen Fachsprache für die Fachwissenschaft Chemie, die für den Unterricht gleichermaßen von Bedeutung ist. Aufgrund der Inhalte, über die in der Fachwissenschaft Chemie und somit auch im Chemieunterricht kommuniziert werden, ist das Vorhandensein einer domänenspezifischen Fachsprache nicht nur sinnvoll, sondern zwingend erforderlich, wie aus dem folgenden Beitrag hervorgeht.

„In der Wissenschaft ist es gelungen, über den Verstehenshorizont der Muttersprache hinauszudenken und teilweise sogar gegen Sprachgewohnheiten gegenanzudenken. Das Ergebnis solchen Denkens lässt sich in unserer Muttersprache nicht befriedigend fassen. [...] Die Naturwissenschaften dringen über die Alltagserfahrungen hinaus in Bereiche vor, die unseren Sinnen nicht unmittelbar zugänglich sind, und sie ordnen die gewonnenen Erfahrungen in neuen Begriffssystemen. [...] Es werden Wörter gebraucht, die längere Definitionen, aufwendige Darstellungen komplexer Beziehungsgefüge knapp zusammenfassen“ (Pfundt 1981, S. 162).

Nach Pfundt (1981)² ist es erst unter Zuhilfenahme einer entsprechenden Fachsprache möglich, Vorstellungen über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu beschreiben, die wir in der Alltagssprache (von Pfundt als Muttersprache bezeichnet) nicht zufriedenstellend ausdrücken könnten. Das Beschreiben chemischer Inhalte unter ausschließlicher Verwendung der Alltagssprache würde ihres Erachtens eine konsensfähige Kommunikation in der Wissenschaft praktisch unmöglich machen. Zudem verfüge die Alltagssprache nicht über Begriffe, die Definitionen sowie komplexe Darstellungen und Beziehungsgefüge in komprimierter Form zusammenfassen, wodurch die Notwendigkeit der Fachsprache für die Fachwissenschaft und für den Chemieunterricht begründet werden kann.

Im zweiten Teil der These wird von Merzyn (1998a) der enge Zusammenhang zwischen Sprache und Denken thematisiert, welcher bereits unter anderem von Piaget³, Vygotsky und Humboldt diskutiert wurde. Humboldts Auffassung nach stellt Sprache das bildende Organ der Gedanken dar. Auf Grundlage zahlreicher wissenschaftlicher Studien und Auf-

² In den im Folgenden zitierten frühen Ausführungen von z.B. Pfundt, Vollmer und Stork werden grundlegende Aspekte der chemischen Fachsprache sowie der Begriffsbildung erläutert, die ihre Gültigkeit bis heute nicht verloren haben. Das zeigt sich insbesondere darin, dass auch in aktuellen chemiedidaktischen Studien immer wieder auf die genannten Personen verwiesen wird (z.B. Busch 2012, Özcan 2013).

³ Zum Zusammenhang zwischen Denken und Sprache liegen allerdings auch andere Positionen vor. Beispielsweise spricht Piaget sich dafür aus, dass Sprache und Denken sich unabhängig voneinander entwickeln können und somit sprachfreie Denkprozesse prinzipiell möglich sind (vgl. Merzyn 1998a, S. 204). Weitere Informationen sind dem Werk „Thought and Language“ von Vygotsky (1934) zu entnehmen.

sätze wird davon ausgegangen, dass „Denkvorgänge vorwiegend in einem sprachlich-begrifflichen Rahmen ablaufen“ (Vollmer 1977, S. 9) und Sprache davon ausgehend für das Konzeptverständnis im Chemieunterricht eine bedeutende Rolle spielt (vgl. Stäudel, Franke-Braun & Parchmann 2008, S. 5). Dass „Denken ja zu einem beträchtlichen Teil inneres Reden [ist]“ (Stork 1993, S. 63) und Denkprozesse eng mit Sprache verknüpft sind, wird in zahlreichen Aufsätzen auch im Hinblick auf den Schreibprozess aufgegriffen. Auf die sinnstiftende Funktion des Schreibens wird im Folgenden hinsichtlich des Verfassens von Versuchsprotokollen eingegangen (vgl. Kapitel 2.2.2). Weiterhin stellt, wie bereits erwähnt, die Sprache in der Regel das Medium im Chemieunterricht dar, über welches Gedanken und Vorstellungen über Sachverhalte und Fragestellungen kommuniziert werden. Somit legen die Fähigkeiten in der chemischen Fachsprache nicht nur fest, ob eine Beteiligung am Diskurs über chemische Sachverhalte rein sprachlich überhaupt möglich ist, sondern entscheiden über den potenziellen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht. Lernende, die über geringe (fach-)sprachliche Kompetenzen verfügen, wären von diesem Austausch und dem Erschließen chemischer Sachverhalte somit weitgehend ausgeschlossen.

„Der enge Zusammenhang zwischen Sprache und Denken wird für den Chemieunterricht dadurch zum Problem, dass Chemie (wie alle andere Wissenschaften auch) eine eigene Sprache entwickelt hat“ (Merzlyn 2008, S. 94).

Aus diesem Grund sollte der Erwerb der Fachsprache im Chemieunterricht explizit gefördert werden und das Übersetzen chemischer Sachverhalte auf unterschiedlichen Darstellungsebenen im Unterricht genutzt werden, um den Zugang zur Fachsprache zu ermöglichen (vgl. Wellington & Osborne 2001, S. 8).

Die Fachsprache der Naturwissenschaften hat im Wortschatz wie im Satzbau charakteristische Eigenschaften. Vor allem der Wortschatz (die Fachbegriffe) macht Fachsprache für Laien schwer verständlich.

Wie in der These von Merzlyn (1998a) thematisiert wurde, weist die chemische Fachsprache eine Reihe von Spezifika auf. Vollmer (1980) unterscheidet dabei zwischen der Wissenschaftssprache (sprachlich anspruchsvolle Fachsprache), der chemischer Umgangssprache (sprachlich eher präziser Laborjargon) und Lehrersprache (Schulsprache). Der Lehrersprache kommt die Aufgabe zu, zwischen der Alltagssprache und der Wissenschaftssprache zu vermitteln und den Weg zur Bildungssprache zu ebnen (vgl. Thürmann

& Vollmer 2010). Der naturwissenschaftliche Unterricht wird nach Leisen (2005a) auf unterschiedlichen Ebenen kommuniziert. Dazu zählen die gegenständliche, bildliche und sprachliche Ebene, die in Alltags-, Unterrichts- und Fachsprache unterteilt wird sowie die symbolische und mathematische Ebene (vgl. Leisen 2005a, S. 8). Die Besonderheiten der chemischen Fachsprache stellen dabei die Symbol- und Formelsprache (vgl. Schmidkunz 2008) und zahlreichen Fachtermini dar, welche das wohl prägnanteste Merkmal der chemischen Fachsprache darstellen (vgl. Rincke 2006). Die Fachtermini enthalten Begriffe mit deutschem Sprachstamm, Fremdwörter, Kunstwörter und Fachwörter, die Eigennamen erhalten (z.B. Berliner Blau, Schiffsche Base), aber auch Abkürzungen (pH, MWG) und zahlreiche Sonderzeichen, welche international verständlich sind. Die chemische Fachsprache geht deutlich über das Vorhandensein von Fachbegriffe hinaus und enthält eine spezifische Morphologie sowie Syntax, sodass domänenspezifische sprachliche Fähigkeiten nicht nur im Hinblick auf lexikalische, sondern ebenso auf grammatikalische Mittel vorausgesetzt werden (vgl. z.B. Tajmel 2010).

„Lesefähigkeit im Fach kann nicht nur bedeuten, naturwissenschaftlich-technische Texte Sinn entnehmend lesen zu können, sondern muss auch bedeuten, umgehen zu können mit der besonderen Sprache (!) der Chemie, ihren Kürzeln und den daraus konstruierbaren Sätzen“ (Stäudel, Franke-Braun & Parchmann 2008, S. 5).

Im Bereich der Morphologie sind das gehäufte Auftreten von Komposita (Wortzusammensetzung aus mindestens zwei selbstständig vorkommenden Begriffen z.B. Temperaturerhöhung), Nominalisierungen (substantivierte Verben wie z.B. Verflüssigung) und, wie bereits erwähnt, spezielle Abkürzungen und Sonderzeichen zu nennen. Im Hinblick auf die Syntax sind beispielsweise verkürzte Nebensatzkonstruktionen („taucht ein Körper in eine Flüssigkeit ein“), unpersönliche Ausdrucksweise sowie der Einsatz der Passivsatzformen („Ein Löffelspatel wird verwendet“) und erweiterte Nominalphrasen zu erwähnen (vgl. Leisen 2010, S. 49ff.). Aufgrund der dargestellten sprachlichen Besonderheiten ist der Erwerb der chemischen Fachsprache für viele Lernende mit Herausforderungen verbunden (vgl. Parchmann & Venke 2008, S. 10f.), wie aus dem folgenden Beitrag hervorgeht.

„Language is a major barrier (if not *the* major barrier) to most pupils in learning science. [...] The key to understand a subject is to understand its language” (Wellington & Osborne 2001, S. 2).

Es wird auch von der „abschottenden Wirkung der Fachsprache“ (Muckenfuß 1995, S. 251) gesprochen, da chemische Inhalte nur von Fachleuten verstanden werden können und diejenigen vom Diskurs über chemische Sachverhalte weitgehend ausgeschlossen werden, welche die chemische Fachsprache (noch) nicht beherrschen. Weiterhin kann ein geringes Verstehen der Fachsprache damit einhergehen, dass chemische Inhalte nicht zufriedenstellend gelernt werden (vgl. Meloefski 2007, S. 225) und Fehlvorstellungen auftreten, die in der Literatur bereits ausführlich dokumentiert wurden (vgl. Kapitel 2.1.3).

„Eine Fachsprache, die den gemeinten Vorstellungen gut angepasst ist, kann den Zugang zu eben diesen Vorstellungen erschließen helfen, so wie umgekehrt eine nicht angepasste Fachsprache zu vielerlei Mißverständnissen und Unverständnis führen kann und in jedem Fall eine überdauernde Integration wissenschaftlicher Vorstellungen in die gesamte Vorstellungswelt erschwert“ (Pfundt 1981, S. 165).

Dies gilt insbesondere für Lernende, die beispielsweise aufgrund ihrer Zuwanderungsgeschichte, ihres sozioökonomischen Status' oder ihres Förderbedarfs im Allgemeinen über geringe sprachliche Fähigkeiten verfügen, worauf bereits in zahlreichen Studien und Aufsätzen in der Didaktik der Naturwissenschaften hingewiesen wurde (vgl. z.B. Hesse 2008, Wlotzka & Ralle 2008, Tajmel 2011, Markic 2012, Adesokan & Reiners 2014). Der Erwerb der Fachsprache ist insbesondere für die angesprochenen Schülerinnen und Schüler mit besonderen Herausforderungen verbunden, da ein bedeutender Anteil der kognitiven Leistung nicht auf das Verstehen der Inhalte, sondern darauf verwendet werden muss, eine Übersetzungsleistung sowie Entschlüsselung der Begrifflichkeiten vorzunehmen (vgl. Johnstone & Selepeng 2001, S. 19).

Fachsprache entwickelt sich (historisch und im Unterricht) aus der Alltagssprache heraus. Alltagssprache ist Voraussetzung und Hilfsmittel zur allmählichen Vervollkommnung der Fachsprache.

Den Ergebnissen zahlreicher Studien nach zu urteilen, besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Alltagssprache und der zu erwerbenden Fachsprache. So stellt die Alltagssprache den „Mittler zwischen dem fremdsprachigen Wort und dem Schüler [dar]“ (Merzyn 1998b, S. 244). Für die Erläuterung der zentralen Bedeutung der Alltagssprache für den Erwerb der Fachsprache konnte die *Interdependenzhypothese* nach Cummins (1979) sowie die Ausführungen von Wagenschein (1970) herangezogen werden.

Auf die Interdependenzhypothese, die sich ursprünglich auf die sprachlichen Voraussetzungen beim Erwerb einer Zweitsprache bezieht, wurde bereits in zahlreichen fachdidaktischen Studien und Aufsätzen im Hinblick auf die Voraussetzungen zum Erlernen der Fachsprache bzw. bildungssprachlicher Fähigkeiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht hingewiesen (vgl. z.B. Leisen 2010, Özcan 2013, Wessels 2014). Die Hypothese besagt, dass das erreichte sprachliche Niveau von Schülerinnen und Schülern in ihrer Erstsprache (L1) eine bedeutende Voraussetzung für das sprachliche Niveau darstellt, das sie in der Zweitsprache (L2) erreichen können.

„Academic language proficiency transfers across languages such that who have developed literacy in their L1 tend to make stronger progress in acquiring literacy in L2“ (Cummins 2000, S. 173).

Bei den zu erreichenden Niveaus unterscheidet Cummins (1979) zwischen dem alltagsprachlichen Niveau, welches er mit *Basic Interpersonal Communicative Skills* (BICS) bezeichnet, und einem akademisch-sprachlichen Niveau, was der heutigen Auffassung von Bildungssprache entspricht und von ihm als *Cognitive Academic Language Proficiency* (CALP) bezeichnet wird (vgl. ebd. 1979, S. 222ff.). Übertragen auf das Erlernen von Fachsprache bedeutet das, dass Schülerinnen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten schlechtere Voraussetzungen haben, eine Fachsprache zu erlernen, im Gegensatz zu Lernenden, die generell über hohe sprachliche Fähigkeiten verfügen. Die Übertragbarkeit der Hypothese auf den Erwerb der Fachsprache erscheint insofern sinnvoll, als dass das Erlernen der Fachsprache nicht nur mit fachsprachlichen, sondern zu einem Teil auch mit alltagsprachlichen Kompetenzen verknüpft ist. So stellt das Einbinden von Fachbegriffen in einen grammatikalisch korrekten Satz eine allgemeinsprachliche Kompetenz dar, während das Erklären der Fachbegriffe und das Beschreiben von chemischen Vorgängen eindeutig der fachsprachlichen Kompetenz zuzuordnen ist. Demnach müsse der Förderung alltagsprachlicher Fähigkeiten im Chemieunterricht eine größere Bedeutung zukommen.

Nach Auffassung von Wagenschein (1970) entwickelt sich die Fachsprache nicht nur auf der Basis der Alltagssprache, sondern auch auf Basis des erworbenen Fachwissens.

„Die Muttersprache ist die Sprache des Verstehens, die Fachsprache besiegelt es, als Sprache des Verstandenen“ (Wagenschein 1970, S. 162).

Weiterhin spricht sich Wagenschein (1970) für eine nicht zu starke Fokussierung auf die (fach-)sprachliche Korrektheit im Anfangsunterricht aus, da gerade dort naturwissenschaftliches Grundlagenwissen erworben wird und der Einsatz fachsprachlicher Mittel erst als Resultat des erfolgreichen Lernprozesses hervorgeht.

„Solange das Verstehen noch zu leisten ist, sollten wir weiter animistisch sprechen lassen (und auch grammatikalisch zunächst, wie’s kommt; sonst kommt nichts)“ (Wagenschein 1970, S. 165).

Die hier geschilderten Positionen von Cummins (1979) und Wagenschein (1970) sollen insofern in der Gestaltung von Lernumgebungen im Chemieunterricht eine Berücksichtigung finden, als dass die generellen sprachlichen Kompetenzen der Lernenden gefördert werden und zumindest im Anfangsunterricht berücksichtigt wird, dass das Erlernen der Fachsprache bei einigen Schülerinnen und Schülern mit dem Erwerb eines fundierteren Fachwissens einhergeht. Allerdings kann angesichts der nach Cummins (1979) vorgestellten Hypothese nicht in allen Fällen davon ausgegangen werden, dass es auf einen nicht abgeschlossenen Verstehensprozess zurückzuführen ist, wenn ein naturwissenschaftlicher Inhalt nicht fachsprachlich adäquat formuliert wurde (vgl. Leisen & Berge 2005, S. 26). Das trifft insbesondere auf Schülerinnen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten zu, die vor besonderen Herausforderungen beim Erwerb der Fachsprache stehen. Zudem werden einige Lernschwierigkeiten durch die Spezifika der chemischen Fachbegriffe gewissermaßen selbst verursacht. So liegen in der chemischen Fachsprache zahlreiche Begriffe vor, deren Bedeutungen sich im Fachunterricht und im Alltag unterscheiden (z.B. Niederschlag, Lösung, Reaktion) oder Ähnlichkeiten zur Bedeutung im Fachunterricht aufweisen (z.B. Alkohole als Stoffklasse, im Alltag nur Trinkalkohol, Ethanol) oder Synonyme darstellen (vgl. z.B. Parchmann & Venke 2008). Weiterhin liegen Fachtermini vor, deren Konzepte und Vorstellungen sich historisch entwickelt haben und deren Auffassung sich traditionellerweise auch im Laufe der Unterrichtseinheit ändern (z.B. Teilchenbegriff, Oxidation/Reduktion, Säure/Base). Lernende werden mit diesen unterschiedlichen Auffassungen konfrontiert und Verstehensprobleme daher in gewisser Weise provoziert (vgl. z.B. Hammer 1995, Vollmer 1980).

Um einen neuen Fachbegriff zu lernen, ist eine breite Repräsentation des Begriffes wichtig; positive und negative Beispiele für den Begriff und Abgrenzung gegen benachbarte Fach- und Alltagsbegriffe müssen hinzukommen. Das Lernen schwieriger Begriffe zieht sich über Jahre hin.

Der erste Teil der These von Merzyn (1998b) zielt auf die Bedeutung der breiten Repräsentation eines Fachbegriffs beim Begriffslernen ab. Dabei ist ebenfalls eine Abgrenzung zu Nachbarbegriffen erforderlich. Somit ist das Bereitstellen zahlreicher (Gegen-)Beispiele notwendig, damit bei den Schülerinnen und Schülern die gewünschte Begriffsbildung erfolgen kann, was durch ein bewusst gesteuertes, vermehrtes Auftreten und Anwenden bestimmter Fachbegriffe im Chemieunterricht erzielt werden kann. Weiterhin bietet der Chemieunterricht durch seine naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zahlreiche Anlässe, Fachbegriffe aufzugreifen, zu thematisieren und miteinander zu verknüpfen. Dazu zählen beispielsweise Situationen des Experimentierens, Reflektierens über Untersuchungsergebnisse sowie des Interpretierens, in denen die Begriffsbildung gefördert werden kann (vgl. Scheuer, Kleffken & Ahlborn-Gockel 2010, S. 12ff.).

Im zweiten Teil der These von Merzyn (1998b) wird die im Kompetenzbereich Kommunikation geforderte bewusste Unterscheidung zwischen Alltags- und Fachsprache hervorgehoben. Gerade vor dem Hintergrund der zuvor geschilderten Mehrdeutigkeit zahlreicher Fachbegriffe drängt sich die berechtigte Frage auf, „ob die Schüler in ihrer Mehrzahl nicht hoffnungslos überfordert sind, wenn sie lernen sollen, ein und dasselbe muttersprachlich starke besetzte Wort im Kontext der Wissenschaft in einer anderen Bedeutung zu verwenden als im Kontext des Alltags“ (Pfundt 1981, S. 162). So wurde bereits von Vollmer (1977) hervorgehoben, dass die Alltagssprache nicht nur die Voraussetzung für den Erwerb der Fachsprache darstellt, sondern gleichzeitig auch ein Hindernis.

„Die Umgangssprache des Lernenden ist notwendige Basis für den Aufbau der chemischen Unterrichtssprache. Sie enthält aber Wortkörper, die ebenso als chemische Fachtermini verwendet werden und die für den Lernprozeß problematisch werden können“ (Vollmer 1977, S. 9).

Auf diese Lernschwierigkeiten muss im Chemieunterricht eingegangen werden und von der Lehrkraft offen thematisiert werden, um das Begriffslernen und das damit verbundene Konzeptverständnis im Chemieunterricht langfristig zu unterstützen.

Anders als in der von Merzyn (1998b) formulierten These zur Notwendigkeit einer breiten Repräsentation von Fachbegriffen intendiert war, sollen an dieser Stelle auch die Ebenen der Begriffsbildung angesprochen und im Hinblick auf die Theoriegeladenheit chemischer

Fachbegriffe erläutert werden. In den Ebenen der Begriffsbildung⁴ nach Maier & Steinbring (1998) sind bei der Einführung eines Fachbegriffs der Begriff selbst, das schriftliche Zeichen oder Symbole sowie der Gegenstand bzw. das Referenzobjekt zu berücksichtigen (vgl. ebd. 1998, S. 309). Die Auseinandersetzung mit diesen Ebenen und den damit verbundenen Repräsentationen zielt darauf ab, ein tieferes Begriffsverständnis zu erlangen. Den Zusammenhang der Begriffsebenen zeigt Abbildung 2.2.

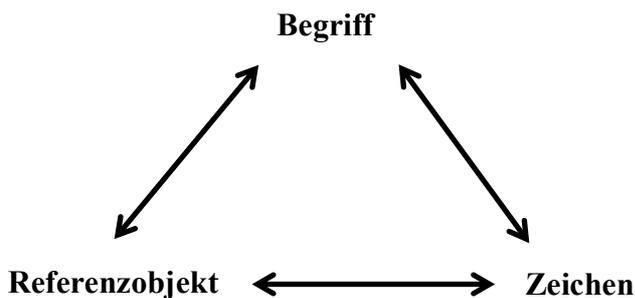


Abb. 2.2: Ebenen der Begriffsbildung in Anlehnung an Maier & Steinbring (1998)

Eine breite Repräsentation chemischer Fachbegriffe ist im Hinblick auf die Ebenen der Begriffsbildung nach Maier & Steinbring (1998) jedoch aufgrund des Theoriegehalts vieler Termini nicht immer möglich. Die Darstellung (vgl. Abb. 2.2) weist insofern gewisse Bezüge zum bereits thematisierten Johnstone Dreieck auf (vgl. Kapitel 2.1.1), als dass sich hinter zahlreichen chemischen Fachbegriffen oft abstrakte Konzepte und theoretische Vorstellungen verbergen, die nicht unmittelbar dargestellt werden können. Chemische Fachbegriffe sind häufig theoriegeladen und beinhalten anders als sogenannte deiktische Begriffe (vgl. Ehrhardt & Heringer 2011, S. 19ff.) wenig konkrete, sondern abstrakte Vorstellungen. Als Beispiel für einen deiktischen Begriff in der Chemie wäre das Becherglas zu nennen, dessen Begriffsbedeutung durch eine direkte Anschauung eines Becherglases sowie Handlungen erläutert werden kann. Diesem konkreten Fachbegriff wäre der Teilchenbegriff entgegenzubringen, der auf abstrakten, theoretischen Vorstellungen basiert, die im Chemieunterricht einmal erworben werden müssen. Die beiden genannten Begriffe unterscheiden sich im Wesentlichen nämlich dadurch, dass das Referenzobjekt im Falle des Becherglases konkret, im Hinblick auf den Teilchenbegriff jedoch ein abstraktes ist. Wenn die mit den Begriffen verbundenen Vorstellungen nicht ausgelöst werden, kann das Begriffslernen bei Lernenden nicht nur zu sprachlichen, sondern auch zu inhaltlichen Pro-

⁴ Weiterführende Informationen zur Begriffsbildungen sind beispielsweise den Ausführungen von Meloefski (2007) zur analytischen und synthetischen Begriffsbildung im Unterricht zu entnehmen.

blemen führen (vgl. Pitton & Sumfleth 1998, S. 19, Leisen & Berge 2005, S. 27, Merzyn 2008, S. 95).

„Wenn Begriffe gemeint sind, geht es um Vorstellungen. Andernfalls handelt es sich um Wörter, die letztlich [...] lediglich eine syntaktische, aber keine semantische Information vermitteln“ (Meloefski 2007, S. 225).

Durch die Theoriegeladenheit chemischer Fachbegriffe hebt sich das Begriffslernen im Chemieunterricht deutlich vom Vokabellernen im Fremdsprachunterricht sowie vom reinen Sprachunterricht ab. Um diesen Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht entgegenzuwirken, ist beispielsweise der Einsatz von Sachmodellen als Referenzobjekt für das Erlernen abstrakter Fachbegriffe und den damit verbundenen Konzepten möglich. Zudem sollte das Einführen abstrakter Begriffe und Vorstellungen strukturiert und innerhalb einer für die Schülerinnen und Schüler angemessenen Zeit erfolgen (vgl. Kapitel 2.1.3).

Der naturwissenschaftliche Unterricht überfordert die Schülerinnen und Schüler durch eine zu große Zahl von Fachbegriffen, die in der verfügbaren Zeit nicht angemessen gelehrt und deshalb auch nicht gelernt werden können. Die Überfülle an Begriffen – viele davon ganz nebensächlich – verstellt den Blick für zentrale Ideen des Unterrichts.

Diese These von Merzyn (1998b) deutet auf die Vielzahl an Fachbegriffen hin, die im naturwissenschaftlichen Unterricht gelernt werden sollen, wodurch sich Lernende im Allgemeinen überfordert fühlen können. Wie bereits dargestellt, konnte bereits in Studien nachgewiesen werden, dass der Erwerb der chemischen Fachsprache insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten mit größeren Herausforderungen verbunden ist, was im Unterricht nicht immer berücksichtigt wird. Das äußert sich häufig darin, dass die Kenntnis zahlreicher Fachbegriffe bereits vorausgesetzt wird und Lernende von Beginn an mit einer Vielzahl an Fachbegriffen konfrontiert werden, was im folgenden Beitrag problematisiert wird.

„Für den, der schon viel weiß, sind Begriffe eine Vereinfachung. Daraus zu schließen, dass sie auch für den Anfänger eine Vereinfachung bedeuten, ist ein fatales Missverständnis vieler Fachdidaktiken“ (Brügelmann & Brinkmann 2006, S. 31).

Eine Studie, die bestätigt, dass Schülerinnen und Schüler mit einer Vielzahl von Fachbegriffen konfrontiert werden, die für den weiteren Unterrichtsverlauf wenig relevant sind, konnte bereits in der Vergangenheit durch Vollmer (1980) und Merzyn (1994) auf Grund-

lage von Schulbuchanalysen und Befragungen von Lehrenden herausgestellt werden. Die Studie von Vollmer (1980) bestätigt, dass in der Vergangenheit in einer Unterrichtsstunde in naturwissenschaftlichen Fächern mehr neue Begriffe auftauchen als in der gleichen Zeit im Unterricht einer Fremdsprache. Zudem sei die in den Lehrwerken verwendete Sprache in einer für Schülerinnen und Schüler nur schwer verständlichen Form verfasst und von äußert speziellen Termini gekennzeichnet, was sich am Beispiel des fachlichen Inhalts „Hochofenprozess“ bestätigt hat. Zu diesem Thema werden zahlreiche Termini eingeführt, die bis auf die Begriffe Oxidation und Reduktion im weiteren Unterrichtsverlauf nicht relevant erscheinen. Weitere Ergebnisse von Merzyn (1994) haben aufgezeigt, dass sich zum damaligen Zeitpunkt in einem Schulbuchtext zahlreiche Fachbegriffe finden lassen, wobei die Hälfte der Termini an keiner anderen Stelle im Lehrwerk aufgegriffen werden. Somit ist augenscheinlich, „dass sich der Unterricht von einer solchen Flut in sinnvoller Weise emanzipieren muss“ (Rincke 2010, S. 240), was sich bereits in aktuellen Lehrwerken mit Differenzierungsangeboten zeigt (vgl. z.B. Gietz et al. 2012). Dieses kann weiterhin durch einen bewussten Umgang mit der Fachsprache der Lehrkräfte im Chemieunterricht erzielt werden.

Es ist eine wichtige Aufgabe naturwissenschaftlicher Lehrerbildung, einen bewussten Wechsel zwischen unterschiedlichen Sprachebenen einzuüben.

Aufgrund der dargestellten Besonderheiten der chemischen Fachsprache und den damit einhergehenden Lernschwierigkeiten aufseiten der Schülerinnen und Schüler ist es eine zentrale Aufgabe der Lehrende im Unterricht, „nach Wegen [zu] suchen, auf denen die Schüler zum Gebrauch einer unvollkommenen Fachsprache befähigt werden“ (Pfundt 1981, S. 180). Allerdings sehen viele Lehrende es nicht als ihre Aufgabe an, sprachliche Förderung und Unterstützung im Chemieunterricht zu betreiben, die über das Einführen relevanter Fachbegriffe hinausgeht (vgl. Markic 2012, S. 42). Weiterhin ist denkbar, dass die Lehrenden sich nicht dazu in der Lage sehen, Sprachförderung zu betreiben, da diese dafür nicht entsprechend ausgebildet sind oder nicht die notwendige Sensibilität aufweisen (vgl. Tajmel 2010, S. S. 167). Vor dem Hintergrund der Bedeutung der chemischen Fachsprache für das Konzeptverständnis sowie für den Lernerfolg im Unterricht ist der Einsatz sprachförderlicher Interaktionen unerlässlich. Bereits Merzyn (2008) weist auf das besondere Potenzial des Wechsels zwischen unterschiedlichen sprachlichen Ebenen hin, zu denen die Alltagssprache, die Fachsprache, bildliche und abstrakte Darstellungen sowie Anschauungsmaterial zählen, was auch durch den folgenden Beitrag unterstützt werden kann,

aus dem hervorgeht, dass sich die Fördermöglichkeiten unmittelbar aus dem Wesen der Naturwissenschaften ergeben.

„Science education involves a range of ways of communicating (visual, verbal, graphical, symbolic, tactile) which can be exploited to engage with different learning styles or abilities and to provide a variety of teaching approaches“ (Wellington & Osborne 2001, S. 8).

Das Thematisieren der Wege zur praktischen Umsetzung sollte aus diesem Grund fester Bestandteil der universitären Ausbildungen für Lehrkräfte sein (vgl. z.B. Tajmel 2011).

2.2.2 Das Dokumentieren von Experimenten im Chemieunterricht

Die schriftsprachlichen Fähigkeiten spielen für den Bildungserfolg im Chemieunterricht eine besondere Rolle, da „naturwissenschaftliche Erkenntnisse sprachlich vermittelt [sind], das Erfassen von Sachverhalten und die Gewinnung von Erkenntnissen über Sprache [geschieht]“ (Meloefski 2007, S. 223). Schreiben wird daher als Instrument zur Wissenserweiterung im naturwissenschaftlichen Unterricht aufgefasst (vgl. Halliday & Martin 1993, Keys 2000, Carlsen 2007, Wallace, Hand & Prain 2007), durch welche ein Beitrag zur Scientific Literacy geleistet werden kann (vgl. Kelly 2007, S. 457).

Als typisches Beispiel für einen Schreibprozess im naturwissenschaftlichen Unterricht wäre das Versuchsprotokoll zu nennen, wobei die Notwendigkeit des Protokollierens in den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung und Kommunikation begründet wird (vgl. KMK 2005, S. 12). Der Aufbau eines klassischen Versuchsprotokolls folgt einer wiederkehrenden, charakteristischen Struktur. Nach der Nennung des Themas bzw. des Versuchs wird der Versuchsaufbau geschildert. Dazu zählen die Angabe der Materialien und Geräte sowie zu beachtende Sicherheitsaspekte. Daraufhin folgt das Aufstellen einer Hypothese bzw. das Äußern einer Vermutung, die der Darstellung zur konkreten Versuchsdurchführung vorangestellt wird. Daran anschließend erfolgt dann die Interpretation der Beobachtungen und Zuhilfenahme geeigneter Modelle. Weiterhin sind formale und inhaltliche Kriterien sowie die Funktionen des Versuchsprotokolls zu beachten, welche von Groß (2013) in einem literaturbasierten Kriterienkatalog zusammengefasst wurden (vgl. Tab. 2.1).

Tab. 2.1: Literaturbasierter Kriterienkatalog nach Brüning (1990), Leisen (2003), Moll (2003), Witteck & Eilks (2004) und Kraus & Stehlik (2008) nach Groß (2013)

Formale und inhaltliche Kriterien	Funktion eines Versuchsprotokolls
<ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit und angemessener Umgang • Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge • Klare Trennung einzelner Experimentierschritt • Verwendung der Fachsprache 	<ul style="list-style-type: none"> • Propädeutische Form wissenschaftlichen Arbeitens • Aufklärerische Funktion und Reflexionsmedium • Konstruktivistisches Lernen • Weitervermittlung von Wissen; Lern- und Behaltenshilfe

Zu den formalen und inhaltlichen Kriterien zählen ein vollständiger und angemessener Umfang, das Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge, die offensichtliche und klare Trennung der einzelnen Experimentierschritte und die korrekte Verwendung der Fachsprache. In Versuchsprotokollen werden naturwissenschaftliche Erkenntnisse sprachlich formuliert, wobei der Einsatz der Fachsprache eine notwendige Voraussetzung darstellt (vgl. Brüning 1990, Wellington & Osborne 2001, Leisen 2003, Moll 2003, Witteck & Eilks 2004, Prain 2006, Meloefski 2007, Kraus & Stehlik 2008). Besonders wichtig ist, dass „erforderliche Fachbegriffe sachlich richtig verwendet werden“ (Becker-Mrotzek & Böttcher 2006, S. 140). Im Allgemeinen gilt es, nach der Durchführung eines Versuchs in der Beobachtung zu notieren, „was tatsächlich beobachtet, gerochen oder gehört wurde, ohne dass bereits Deutungen und Interpretationen vorgenommen werden“ (Witteck & Eilks 2004, S. 54). So soll eine Trennung der Beobachtung von der Deutung vorgenommen werden, um ein Vermischen der zuvor erläuterten Repräsentationsebenen zu vermeiden (vgl. Kapitel 2.1.1). Das Verfassen von Versuchsprotokollen zielt vornehmlich darauf ab, wissenschaftliches Arbeiten zu vermitteln und anzuwenden. Weiterhin dient es als Reflexionsmedium und hat eine aufklärerische Funktion inne. Es kann zudem für Lernende eine Lern- und Behaltenshilfe darstellen, durch welche auch eine Weitervermittlung von Wissensinhalten erfolgen kann. Konstruktivistisches Lernen kann in diesem Zusammenhang dadurch erzielt werden, dass naturwissenschaftliches Arbeiten den Lernenden erlaubt, „mit Verständnis zu lernen und gleichzeitig in den Prozess der Konstruktion von Wissen eingebunden zu sein, indem sie naturwissenschaftlich arbeiten“ (Witteck & Eilks 2004, S. 54). Durch diese Funktionen kann der Einsatz des Versuchsprotokolls im Chemieunterricht gerechtfertigt und begründet werden.

Durch das Schreiben des Versuchsprotokolls im Chemieunterricht wird der Aufbau bildungssprachlicher Fähigkeiten gefördert (vgl. Kniffka & Siebert-Ott 2009, S. 18), diese aber gleichzeitig schon vorausgesetzt. Dies ist vor allem für Schülerinnen und Schüler mit geringeren sprachlichen Fähigkeiten mit Herausforderungen verbunden und aufgrund der mühevollen Schreiarbeit wenig beliebt (vgl. Leisen 2003, S. 18, Hesse 2008, S. 66). Weiterhin haben Lernende nicht selten Schwierigkeiten damit, die Struktur des Versuchsprotokolls einzuhalten, oder es ist ihnen nicht ausreichend bekannt, welche strukturellen Anforderungen an ein Protokoll gestellt sind (vgl. Deiner et al., 2012, S. 1513). Daher werden zum Umgang mit dieser problematischen Textsorte in zahlreichen fachdidaktischen Aufsätzen die auftretenden Lernschwierigkeiten thematisiert und zur Anregung verschiedene Lernhilfen und alternative Dokumentationsformen aufgezeigt (vgl. z.B. Gibbons 2002, Prechtel 2005, Krämer 2009, Hesse 2008, Wlotzka & Ralle 2008, Tomcin & Reiners 2009, Leisen 2010, Adesokan 2010, Coleman, McTigue & Smolkin 2011, Groß 2013, Madsen 2013). Die geschilderten Herausforderungen sollten von Chemielehrenden im Unterricht bewusst aufgegriffen werden. Zudem sollte die Förderung der sprachlichen Fähigkeiten Gegenstand des Unterrichts sein sowie Alternativen zum Protokollieren aufgegriffen werden, die den geschilderten Kriterien des Versuchsprotokolls entsprechen und dem Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung dienen.

2.3 Anforderungen an Lehrende im Chemieunterricht im Spiegel aktueller Veränderungen im deutschen Bildungssystem

In den vorherigen Kapiteln wurden bereits die Gründe für eine Vermittlung von Scientific Literacy sowie die zentralen Inhalte derselben dargestellt, und am Beispiel der chemischen Fachsprachen und der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen erläutert (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2). Vor dem Hintergrund der zentralen Lerninhalte der naturwissenschaftlichen Grundbildung und den damit verbundenen Lernschwierigkeiten soll im vorliegenden Kapitel der Leitfrage nachgegangen werden, wer für die Vermittlung der naturwissenschaftlichen Grundbildung maßgeblich verantwortlich ist. Da Wissensvermittlung im Chemieunterricht in der Regel durch die methodischen und didaktischen Entscheidungen der Lehrperson gestaltet wird, werden diese im vorliegenden Kapitel in den Fokus gerückt. Aufgrund der aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem zu einem inklusiven Schulsystem sollen die Anforderungen an die Lehrkräfte im Spiegel dieser Neue-

rungen thematisiert werden. Dabei wird zunächst die genuine Aufgabe der Chemielehrenden an jeder Schule und Schulform zur rezipientengerechten Aufbereitung von Wissensinhalten zu Lerninhalten im Sinne einer Wissenstransformation vorgestellt (vgl. Kapitel 2.3.1) sowie auf die Forderung von der Abwendung vom Förderschulsystem und der Hinwendung zur inklusiven Schule eingegangen (vgl. Kapitel 2.3.2). Abschließend werden erste Schlussfolgerungen zur den Anforderungen an die Lehrenden für die Vermittlung von Scientific Literacy in veränderten Bedingungsfeldern gezogen (vgl. Kapitel 2.3.3).

2.3.1 Wissenstransformation als genuine Aufgabe der Lehrenden

Das adressatengerechte Umwandeln von Wissensinhalten zu Lerninhalten im Sinne einer didaktischen Transformation stellt zweifelsohne die wichtigste Aufgabe von Lehrenden in jedem Unterricht dar. Der Begriff der didaktischen Transformation bzw. Wissenstransformation wurde hauptsächlich von Witt (1977), Aschersleben (1993) sowie Reiners (2000) geprägt. Nach Witt (1977) wird die didaktische Transformation folgendermaßen definiert:

„Unter didaktischer Transformation versteht man das Problem, einen vorgegebenen Inhalt strukturell zu analysieren und als Lerninhalt zu rekonstruieren, daß weder die aus vorgängigen Lernprozessen resultierenden Rezeptionsmöglichkeiten überschritten noch die im Inhalt ursprünglich angelegten Möglichkeiten zur Handlungsstrukturierung [...] ohne besonderen Grund unterboten werden“ (Witt 1977, S. 370).

Damit hebt sich die didaktische Transformation deutlich von der didaktischen Reduktion ab, die in erster Linie von einer Eingrenzung des fachlichen Inhalts charakterisiert wird. Aschersleben (1993) hat den Begriff der didaktischen Transformation in Anlehnung an die didaktische Analyse nach Klafki (1962) aufgegriffen, welchen er jedoch in einem weiteren Zusammenhang verwendet. Als Arbeitsschritte nennt er die Analyse der Sachstruktur, das Überprüfen der Adressatengerechtigkeit, die begründete Auswahl des Unterrichtsgegenstandes sowie die didaktische Aufbereitung des Wissensinhaltes (vgl. Aschersleben 1993, S. 72ff.). Dabei steht vor allem die Eingrenzung und Vereinfachung der Inhalte im Vordergrund, was eher der didaktischen Reduktion zuzuordnen ist, auf die noch ausführlicher eingegangen wird. Reiners (2000) unterscheidet in ihrer Definition grundsätzlich zwischen Wissenstransfer, didaktischer Reduktion sowie Wissenstransformation, welche „sich demgegenüber durch eine weitaus komplexere Relation aus[zeichnet]“ (Reiners 2000, S. 91). Ein Wissenstransfer stellt eine Übertragung von Wissen durch einen neutralen Mittler dar.

Die Wissenstransformation hingegen zeichnet sich zum einen dadurch aus, dass der Mittler (Transformator) anders als beim Wissenstransfer nicht neutral bleibt, sondern eine aktive Rolle bei der Umformung (Transformation) des Wissensinhalts (Transformandum) in einen Lerninhalt (Transformat) einnimmt. Zum anderen erfolgt keine didaktische Reduktion, sondern eine Umstrukturierung des fachlichen Inhalts unter Berücksichtigung der Wissensstrukturen der Rezipientinnen und Rezipienten sowie der gewünschten Wissens- und Handlungskompetenz, die mit dem Erwerb des Lerninhaltes einhergehen sollen (Kompetenz- und Rezipientenaspekt). Der Prozess der Wissenstransformation, welcher sich mit der Berücksichtigung des Kompetenz- und Rezipientenaspekts um eine differenzierte Aufbereitung der Inhalte bemüht, ist in Abbildung 2.3 dargestellt.

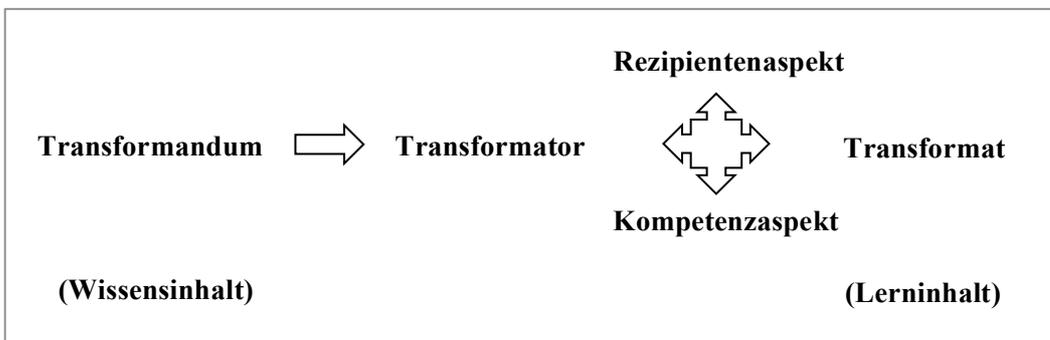


Abb. 2.3: Prozess der Wissenstransformation in Anlehnung an Reiners (2000)

Die genuine Aufgabe der Lehrenden im Chemieunterricht ist daher, „Wissensinhalte unter den gegebenen Bedingungen und Zielsetzungen, d.h. rezipientenadäquat, umzuformen“ (Reiners 2000, S. 91), um damit Defizite im Verstehen von Chemie zu vermindern. Besondere Herausforderungen für die Chemiedidaktik ergeben sich nach Reiners (2000) durch neue Möglichkeiten in der Vermittlung, neue Lerninhalte sowie durch die Zielgruppen, in denen Chemie unterrichtet werden soll.

„Innerhalb des didaktischen Kontextes ist die Berücksichtigung heterogener Lerngruppen und unterschiedlicher Voraussetzungen ein konstitutives Element eines jeden Begründungszusammenhanges, dem der fachdidaktischen Lehre und Forschung eine zentrale Bedeutung eingeräumt wird“ (Reiners 2000, S. 92).

Die Forderung nach einem differenzierten Umgang mit Diversität ist in der Didaktik der Naturwissenschaften vor allem aufgrund der grundsätzlichen Annahme über eine „Verschiedenheit der Köpfe“ (Herbart 1807) sowie der migrationsbedingten Pluralität in deut-

schen Schulklassen keineswegs neu (vgl. z.B. Tajmel & Starl 2009). Allerdings stellt die Förderung von Lernenden mit Förderbedarf eine neue Rezipientengruppe dar, die von fachdidaktischer Forschung bisher weitgehend unberührt geblieben ist. Aufgrund der Unterzeichnung der sogenannten UN-Behindertenrechtskonvention (vgl. United Nations 2006) durch den deutschen Bundesrat ergeben sich für die schulische Praxis sowie für die Lehrenden neue Tätigkeitsfelder. Auf welchen Wegen eine Wissenstransformation zur Förderung von Lernenden mit und ohne Förderbedarf erfolgen kann, gilt es durch praktische Erfahrung und fachdidaktische Forschung zu ergründen. Im Folgenden sollen zunächst die jüngsten Entwicklungen im deutschen Bildungssystem kurz zusammengefasst werden.

2.3.2 Von der Förderschulpädagogik über die Integration zur Inklusion

Inklusion hat sich in den letzten Jahren zu einem bedeutenden Thema aller schulbezogenen Institutionen entwickelt (vgl. Kessels, Erbring & Heiermann 2014, S. 189). Ausgangspunkt dafür ist die *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*, die von den Vereinten Nationen (2006) verfasst, „nach Ratifizierung durch den Bundesrat im Bundesgesetzblatt am 31.12.2008 veröffentlicht und seit dem 26.3.2009 in Deutschland völkerrechtlich bindend [ist]“ (Münch 2010, S. 90). Durch die Unterzeichnung der Behindertenrechtskonvention „verpflichtet sich schließlich auch die Bundesrepublik Deutschland, ihr überwiegend separations-orientiertes Schulsystem zukünftig in ein inklusives Schulsystem zu überführen“ (Huber 2012, S. 227). Artikel 24 der UN-Behindertenrechtskonvention beschreibt die Zielformulierung für ein chancengerechtes⁵ Schulsystem, in dem es selbstverständlich ist, dass Lernende mit und ohne Förderbedarf gemeinsam unterrichtet werden. Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf (vgl. KMK 1994) sollen im inklusiven Unterricht alle für sie notwendigen Lernhilfen erhalten und bessere akademische Leistungen als an Förderschulen erzielen. Der Grund für die Forderung nach einer gesellschaftlichen und damit auch einer schulischen Inklusion ist die wahrgenommene Stigmatisierung sowie die fehlende Chancengerechtigkeit, die mit Förderschulen bzw. dem separierenden Schulsystem einhergehen. Ein Schulsystem, in dem Lernende gemeinsam unter-

⁵ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass bewusst nicht von Chancengleichheit, sondern von Chancengerechtigkeit sowie gleichberechtigten Teilhabechancen gesprochen wird. Der Grund dafür ist, dass aufgrund der vorherrschenden Diversität der Menschheit und den resultierenden unterschiedlichen Voraussetzungen eine Chancengleichheit kaum gewährleistet werden kann, gleichberechtigte Teilhabe und Chancengerechtigkeit jedoch anzustreben sind.

richtet werden, gilt es allerdings erst zu entwickeln (vgl. Heimlich & Kahlert 2012a, S. 7). So hat sich auch die Beschulung von Lernenden mit Förderbedarf in den letzten Jahrzehnten stark verändert, wie im Folgenden erläutert werden soll (vgl. Abb. 2.4).

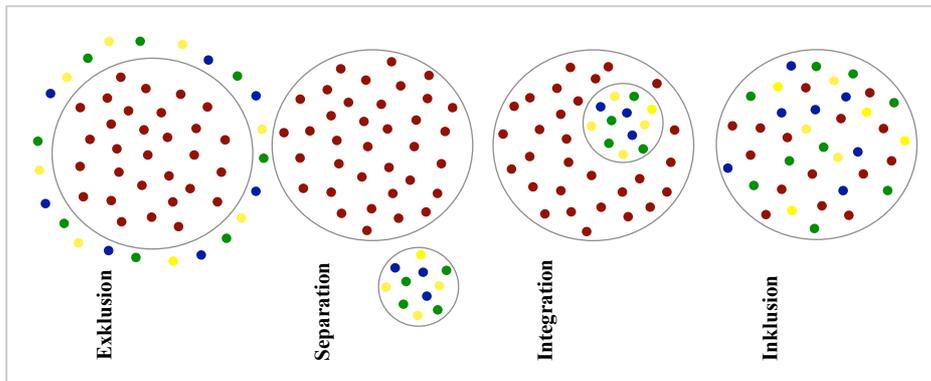


Abb. 2.4: Von der Exklusion und Separation über die Integration zur Inklusion

Schülerinnen und Schüler mit Beeinträchtigungen wurden lange Zeit gänzlich aus dem Bildungssystem ausgeschlossen und für nicht bildungsfähig erklärt, was der Exklusion entspricht. Nachdem diese Vorstellung revidiert wurde, wurde ein differenziertes Förderschulsystem eingerichtet, in denen Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf speziell gefördert werden sollen, was der Separation entspricht (vgl. Dederich 2001, Biewer 2010). Der Begriff der sonderpädagogischen Förderung wurde durch die Empfehlungen der Kultusministerkonferenz (1994) eingeführt und für das deutsche Schulsystem erstmals festgelegt. Festzuhalten ist, dass der Ort der sonderpädagogischen Förderung mit dieser Richtlinie nun variabel und nicht mehr an die Förderschule gebunden ist (vgl. KMK 1994, S. 4), was zu einer vermehrten Integration geführt hat. Unter dem Begriff Integration, abgeleitet vom lateinischen Begriff „integratio“, wird die Verbindung einzelner Personen oder Gruppen zu einer gesellschaftlichen und kulturellen Einheit verstanden. Integrative Schulen nehmen (gewisse) Lernende mit Förderbedarf auf, wobei allerdings Lernende mit und ohne Förderbedarf auf Grundlage einer differenzierten Förderdiagnostik bewusst unterschieden werden (vgl. Speck 2008, S. 444). Derzeit werden etwa 20% der Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf integrativ beschult und 80% an den entsprechenden Förderschulen (vgl. Kiel, Weiß & Braune 2012, S. 192, Huber 2012, S. 227, MSW 2014a). Die Integration brachte jedoch nicht die gewünschten Erfolge im Hinblick auf die Integrationsquoten, den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler, Fachpersonal, Lehr- und Lernbedingungen sowie auf die Elternarbeit (vgl. Speck 2011, S. 31). Der Begriff Inklusion wurde im Bildungsbereich erstmals in „The Salamanca Statement and Framework for Action on Special

Needs Education“ hervorgebracht (vgl. UNESCO 1994). Der Begriff Inklusion, abgeleitet vom lateinischen Wort „inclusio“, steht für Einschließung, das Miteinbezogenheit, gleichberechtigte Teilhabe an etwas ebenso wie die gemeinsame Erziehung behinderter und nicht behinderter Kinder in Bildungsinstitutionen. Der Begriff der Inklusion wurde durch die UN-Behindertenrechtskonvention⁶ konkretisiert.

„States Parties shall ensure that Persons with disabilities are not excluded from the general education system on the basis of disability [...] Persons with disabilities can access an inclusive, quality and free primary education and secondary education on an equal basis with others in the communities in which they live [...] Persons with disabilities receive the support required, within the general education system, to facilitate their effective education; Effective individualized support measures are provided in environments that maximize academic and social development, consistent with the goal of full inclusion. [...] Such training shall incorporate disability awareness and the use of appropriate augmentative and alternative modes, means and formats of communication, educational techniques and materials to support persons with disabilities” (United Nations 2006, S. 16-18).

An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass aus der UN-Behindertenrechtskonvention streng genommen nicht hervorgeht, dass es ausschließlich eine Schule geben soll, an der alle Schülerinnen und Schüler unterrichtet werden, sondern dass eine Chancengerechtigkeit im Bildungssystem für alle angestrebt werden soll. Zukünftig soll es für Lernende mit Förderbedarf selbstverständlich sein, gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern ohne Förderbedarf unterrichtet zu werden. Dass die bestmögliche Entfaltung von Lernenden mit Förderbedarf nur durch eine Schule für alle realisiert werden kann und Förder Schulen als Konsequenz vollständig abgeschafft werden sollen, wird häufig aus der UN-Behindertenrechtskonvention interpretiert.

Im Sinne einer inklusiven Beschulung wird Diversität nicht als Bedingung verstanden, die das gemeinsame Lernen hemmt, sondern als Voraussetzung, die „Chancen für gemeinsames Lernen [bietet]“ (Werning & Arndt 2013, S. 7). In der „Inklusion verlieren die Kinder

⁶ Aufgrund eines Übersetzungsfehlers sowie unterschiedlichen Auffassungen zum Inklusionsbegriff in der deutschen Fassung der UN-Behindertenrechtskonvention wird nur aus der englischen Originalquelle zitiert. Nähere Informationen zur Debatte um den Übersetzungsfehler sind beispielsweise Wocken (2010) zu entnehmen.

mit Behinderung ihren besonderen Status der Andersartigkeit“ (Wocken 2010, S. 217), was als „full inclusion“ bezeichnet wird, die in ihrer strengen Interpretation eine Dekategorisierung des Behinderungsbegriffs zur Folge hätte (vgl. McLeskey & Waldron 2011). Nach dieser Interpretation hebt sich das Konzept der Inklusion deutlich von der Integration ab, wobei die inklusive Schule eine „unterschiedslose Schule für alle“ (Speck 2008, S. 444) sein soll. Von nun an sollen „80 Prozent der Schülerinnen und Schüler dann die allgemeinen Schulen und nur 20 Prozent Förderschulen besuchen“ (Kiel, Weiß & Braune 2012, S. 192). Allerdings ist die Position zur Dekategorisierung des Behinderungsbegriffs eher radikaleren Vertreterinnen und Vertretern der Inklusion zuzuordnen.

Bisher konnte die Bedeutung schulischer Inklusion nicht abschließend geklärt werden, was sich insbesondere in den zahlreichen Begriffsbestimmungen sowie Unterrichtsrealitäten zeigt. Der Diskurs um die Begriffe Integration und Inklusion „gleich einer babylonischen Sprachverwirrung“ (Wocken 2010, S. 204). Anders als in der vorgestellten Begriffsdefinition dargestellt, sind die Begriffe Integration und Inklusion „häufig als Gegensatzpaar formuliert bzw. wird der Integrationsbegriff als der zu überwindende, der Begriff der Inklusion als der weiterführende bezeichnet“ (Stein, Krach & Niediek 2010, S. 10). Andere sehen nur einen „Etikettenwechsel von 'Integration zur ,Inklusion'“ (Feuser 2010, S. 20), aber keine Veränderungen in der Zielsetzung, der gesellschaftlichen Sichtweisen sowie in den Strategien zur Problemlösung der Integration, welche die Voraussetzung für die Inklusion darstellen sollten (vgl. Feuser 2010, S. 20). Wie der Begriff der Inklusion verstanden wird, hängt nach Wocken (2010) maßgeblich davon ab, wie der Integrationsbegriff interpretiert wird. So könne Inklusion als Synonym für Integration verstanden werden, als eine optimierte, erweiterte oder assimilierende Form der Integration (vgl. Wocken 2010, S. 205ff.). Zudem liegen unabhängig von der UN-Behindertenrechtskonvention sowohl national als auch international unterschiedliche Definitionen der gesellschaftlichen und schulischen Inklusion vor. International wird der Begriff Inklusion unter Berücksichtigung aller Dimensionen von Diversität verwendet, die beispielsweise von Plummer (2002)⁷ im anglo-amerikanischen Raum unter den Aspekte Alter, Geschlecht, Ethnizität, Religion, sexuelle Orientierung sowie kognitive und physische Fähigkeiten zusammengefasst wurden (vgl. Plummer 2002, S. 25) sowie bezogen auf alle Dimensionen der gesellschaftlichen Teilhabe (vgl. Stein, Krach & Niediek 2010, S. 7f.). Im deutschsprachigen Raum wird der Begriff

⁷ In den Ausführungen zu den Dimensionen der Diversität wird nach Plummer (2002) die im amerikanischen Sprachraum übliche Kategorisierung „Rasse“ verwendet. In Deutschland wird dieser Begriff aufgrund negativer Konnotationen in diesem Kontext jedoch nicht mehr verwendet.

Inklusion auf die Dimensionen Behinderung reduziert (vgl. Allemann-Ghionda 2013, S. 129ff.) und damit der Bezug zum Inklusionsbegriff Behindertenrechtskonvention hergestellt, in welcher die Neuerungen zur Beschulungen von Menschen mit Förderbedarf thematisiert wird. Zudem besteht die Ansicht, dass ein neuer Begriff für das Eingeschlossensein von Menschen mit Behinderung gefunden werden musste, um vom Integrationsbegriff im Hinblick auf Menschen mit Zuwanderungsgeschichte Abstand zu gewinnen.

Reich (2012 und 2014) bezieht sich jedoch auf den internationalen Inklusionsbegriff, der sich in seinen zehn Verpflichtungen sowie fünf Standards wiederfindet, die in der inklusiven Beschulung gewährleistet sein müssen und „in den Theorien und Praktiken inklusiver Erziehung gegenwärtig als wegweisend [gelten]“ (Reich 2012, S. 54). Die Ausführungen von Reich (2012 und 2014) basieren dabei auf dem „Index für Inklusion“, in denen Vorschläge zur Annäherung an eine inklusive Beschulung sowie zur Selbstevaluation vorgestellt werden (vgl. Booth & Ainscow 2002, Boban & Hinz 2013). Von Reich (2012) werden notwendige curriculare Veränderungen und Rahmenbedingungen angesprochen, die „grundsätzlich auf der Vielfalt und Diversität des Wissens des Menschens aufbauen müssen“ (Reich 2012, S. 50). „Inklusive Didaktik“ nach Reich (2014) gibt detaillierte Hinweise zu den Rahmenbedingungen aus der Perspektive der allgemeinen Didaktik, die an den Schulen vorliegen müssen und auf den Fachunterricht übertragen werden können. Fragen nach der konkreten didaktischen Gestaltung können nur auf Grundlage praktischer Erfahrungen sowie fachdidaktischer Forschungsergebnisse beurteilt werden, die erwartungsgemäß keinesfalls fächerübergreifend, sondern höchst *fachspezifisch* sind. Weiterhin bleibt auch die von der Kultusministerkonferenz (2011) formulierten Richtlinie „Inklusive Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen“, die Hinweise zur Gestaltung inklusiver Lernumgebungen enthalten soll (KMK 2011, S. 9f.), äußerst vage. Allerdings konnten Faktoren für eine gelingende Integration beschrieben werden, wobei sich eine positive Einstellung der Lehrpersonen, ein starkes Ausmaß an Kooperation, ständige Diagnose sowie der Einsatz lernwirksamer Unterrichtsmethoden bewährt haben (vgl. Lipsky & Gartner 1998). Dabei hat sich herausgestellt, dass (finanzielle) Ressourcen im Vergleich zum Einsatz lernwirksamer Maßnahmen weniger relevant erscheinen.

Weiterhin werden im Hinblick auf die inklusive Beschulungen nicht nur Möglichkeiten, sondern auch Grenzen aufgezeigt, die auf einen möglichen Idealismus hindeuten, welcher mit einer bedingungslosen Inklusion verbundenen ist. Diese Grenzen werden im folgenden Beispiel im Hinblick auf Menschen mit Sinnesbeeinträchtigungen aufgezeigt.

„Gebärden- und Schriftdolmetscher sind für viele gehörlose Menschen unverzichtbare Kommunikationshilfen. Es ist zurzeit aber wohl nicht vorstellbar, dass immer und überall [...] entsprechende Kompetenzen und Hilfen vorgehalten werden“ (Wocken 2010, S. 226).

Zudem wird darauf hingewiesen, wenn Lernende „mit erheblichen kognitiven Beeinträchtigungen an Allgemeinen Schulen unterrichtet werden, sie sich offenbar nur selten aktiv an schulischer Bildung beteiligen [können]“ (Klauß 2011, S. 67f.). Weiterhin könne nach Felder (2015) zwar das Recht auf Chancengerechtigkeit im Bildungsbereich erhoben, aber keinesfalls das Gelingen der Inklusion und die damit verbundenen psychosozialen Aspekte garantiert und „verrechtlicht“ werden (vgl. Felder 2015, S. 26). Zudem darf unter den veränderten Rahmenbedingungen der Inklusion die bestmögliche Entfaltung für Lernende ohne Förderbedarf nicht gefährdet werden. Aufgrund der hohen Verbindlichkeit der UN-Behindertenrechtskonvention sollte dennoch der Versuch unternommen werden, ein inklusives Schulsystem zu entwickeln und die damit verbundenen Möglichkeiten und Herausforderungen zu identifizieren.

Da Inklusion derzeit vermutlich das am häufigsten diskutierte Thema im Bereich der Bildung darstellt, was sich an der täglich ansteigenden Zahl der Publikationen niederschlägt, kann in diesen Ausführungen zur Inklusion kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden. Allerdings bleibt zu hoffen, dass die angesprochenen Bedenken sowie Hinweise zur didaktischen Gestaltung der Lernumgebungen Gegenstand zukünftiger Aufsätze sein werden, die zur Klärung der offenen Fragestellungen beitragen können.

2.3.3 Erste Schlussfolgerungen zu den Anforderungen die Lehrenden

Im vorliegenden Kapitel sollen erste Schlussfolgerungen für die Anforderungen an die Lehrenden vor dem Hintergrund der aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem gezogen werden. Für den weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit sowie aufgrund der vorliegenden Begriffsunschärfe ist es erforderlich, die der Arbeit zugrundeliegende Auffassung des Inklusionsbegriffs und der inklusiven Beschulung zu verdeutlichen. Zuvor sei allerdings darauf hingewiesen, dass im Folgenden das Konzept der schulischen Inklusion thematisiert wird, in der eine Dekategorisierung des Behinderungsbegriffs angestrebt wird, jedoch die Terminologie des Förderschulsystems bzw. der Integration verwendet wird, um eine Diskussion über diese Thematik überhaupt ermöglichen zu können.

Inklusion wird in der vorliegenden Arbeit nicht als absolutes Gegenteil, sondern als eine optimierte Form von Integration verstanden, wie sie bereits von Wocken (2010) diskutiert wurde. Menschen mit und ohne Behinderung sollten grundsätzlich gleichberechtigte Chancen auf Bildung erhalten. Insbesondere ist es erforderlich, dass Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf an jeder Schule alle Fördermöglichkeiten erhalten, die sie zum Lernen benötigen. So sollte es gleichzeitig auch allen Lernenden offen stehen, an welcher Schulform sie unterrichtet werden möchten. Ebenso entscheidend ist, dass der Förderort gewählt wird, an dem die in der UN-Behindertenrechtskonvention geforderte bestmögliche Entfaltung der Schülerinnen und Schüler erzielt werden kann. Für einige Lernende mag trotz aller Bemühungen dennoch der ideale Förderort in der Förderschule liegen, da neben den Ergebnissen der akademischen Leistungen auch psychosoziale Aspekte, die Entwicklung des schulischen Selbstkonzeptes sowie der Leistungsmotivation⁸ in der Inklusion berücksichtigt werden müssen. Für viele andere Lernende ist sicherlich eine bestmögliche Förderung auch außerhalb der Förderschule möglich, was langfristig anzustreben ist. So sollte es selbstverständlich und möglich sein, dass alle Schülerinnen und Schüler eine inklusive Schule besuchen können. Wie bereits erwähnt, wird auch durch die UN-Behindertenrechtskonvention streng genommen nicht festgelegt, dass zum Erreichen der gesteckten Bildungsziele nur eine Schulform existieren darf. Gleichzeitig muss unter den veränderten Rahmenbedingungen der inklusiven Schule garantiert sein, dass die bestmögliche Entfaltung für Schülerinnen und Schüler ohne Förderbedarf nicht gefährdet wird. Aus diesen Gründen ist die inklusive Bildung „kein Plädoyer für die Abschaffung der Sonderpädagogik, sondern vielmehr eine Aufforderung, sich zu modernisieren und sich an einem pädagogischen Reformprozess von gesamtgesellschaftlichen Ausmaßen zu beteiligen“ (Heimlich 2012, S. 10), auch wenn diese Auffassung vielleicht nicht von allen Vertreterinnen und Vertretern der inklusiven Beschulung geteilt wird. Vielmehr sollte es im Sinne der Lernenden eine Wahlmöglichkeit geben und alle Möglichkeiten zur Beschulung an einer inklusiven Schule bereitstehen.

⁸ Nähere Informationen zur Entwicklung des schulischen Selbstkonzeptes sowie der Leistungsmotivation sind den Ausführungen von Marsch (1990) zum sogenannten *Fischteicheffekt* bzw. *big-fish-little-pond-effect* zu entnehmen. Dieser Effekt beschreibt die stärkere Leistungsmotivation von Lernenden in leistungsschwächeren Lerngruppen, da die guten Leistungen öfter auffallen und honoriert werden. In leistungstärkeren Klassen dagegen kann dies zu einer geringeren Leistungsmotivation führen. Dies trifft insbesondere für Schülerinnen und Schüler mit einem niedrigen schulischen Selbstkonzept zu und sollte im Hinblick auf die Lernende mit Förderbedarf in der inklusiven Beschulung bedacht werden. Unter anderem wird von Helmke & van Aken (1995) jedoch darauf hingewiesen, dass nicht nur das schulische Selbstkonzept die Leistungen beeinflussen, sondern auch die Leistungen das schulische Selbstkonzept einwirken. Diese Tendenzen sollten in jedem Fall im Hinblick auf die schulische Inklusion bedacht werden.

Es ist jedoch offensichtlich, dass die Umsetzung eines inklusiven Schulsystems „eine veränderte Praxis in den Schulen [erfordert] und damit zusammenhängend eine entsprechende Professionalisierung der Lehrkräfte“ (Seitz & Scheidt 2011, S. 157), da Lehrende aller Schulformen künftig dazu angehalten sind, Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler mit und ohne Förderbedarf zu gestalten. Damit dies gelingen kann, benötigen die Lehrenden „ein Wissen darüber, wie man Menschen mit ganz unterschiedlichen Voraussetzungen den Zugang zur Bildung eröffnet“ (Klauß 2011, S. 68). Eine Voraussetzung dafür, dass die mit der Gestaltung inklusiver Lernumgebungen verbundene veränderte Wissenstransformation erfolgen kann, ist, dass die Lehrenden ausreichend darüber informiert sind, welche Auswirkungen sich aus unterschiedlichen Förderbedarfen für das Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht ergeben. Erst wenn die Auswirkungen der jeweiligen Förderschwerpunkte im Fachunterricht bekannt sind, können entsprechende Fördermaßnahmen im Sinne der Differenzierung identifiziert werden und darüber entschieden werden, wie die Inklusion sowie der Erwerb der Scientific Literacy für alle gelingen kann.

Um einen Einblick in das Forschungsfeld der Sonderpädagogik zu geben und Hinweise darauf zu erhalten, inwiefern sich die jeweiligen Förderschwerpunkte auf das Lehren und Lernen im Fachunterricht auswirken und auf welche Weise eine Wissenstransformation erfolgen kann, werden im Folgenden sonderpädagogische Grundlagen exemplarisch zum Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation vorgestellt.

2.4 Sonderpädagogische Grundlagen am Beispiel des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation

Wie bereits in den Schlussfolgerungen zur Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Kontext des Bedingungsfeldes der inklusiven Schule verdeutlicht wurde, sind die Lehrenden mit einem veränderten Tätigkeitsfeld konfrontiert. Da aufgrund der aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem (zukünftig) nicht nur Förderschullehrer dazu angehalten sind, Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf zu gestalten, ist es für eine Wissenstransformation notwendig, die Lernvoraussetzungen der Rezipienten, also der Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf zu kennen (vgl. Kapitel 2.3.3). Das vorliegende Kapitel soll eine Einführung in sonderpädagogischen Grundlagen geben, um aufzuzeigen, an wen die naturwissenschaftliche Grundbildung im neuen Bedingungsfeld der inklusiven Schule vermittelt werden soll. Die Darstellung der

sonderpädagogischen Grundlagen erfolgt exemplarisch am Beispiel des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation. Da an dieser Stelle grundsätzlich die Erläuterung anderer Förderschwerpunkte (Lernen, Sprache, soziale und emotionale Entwicklung, körperliche und motorische Entwicklung, geistige Entwicklung und Sehen) möglich gewesen wäre, ist es zunächst erforderlich, die Auswahl des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation zu begründen (vgl. Kapitel 2.4.1). Bevor allerdings der inhaltliche Einstieg in die sonderpädagogischen Grundlagen dieses Förderschwerpunktes erfolgen kann, ist die wissenschaftliche Klärung grundlegender sonderpädagogischer Begriffe wie beispielsweise der sonderpädagogische Förderbedarf sowie die primäre, sekundäre und tertiäre Behinderung vorzunehmen. Diese Definitionen werden vorangestellt, da diese Begrifflichkeiten eine bedeutende Grundlage für die vorliegende Arbeit darstellen (vgl. Kapitel 2.4.2). Daran anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der sonderpädagogischen Grundlagen zunächst anhand der Auswirkungen, die sich primär aus einer Hörschädigung ergeben können (vgl. Kapitel 2.4.3). Ebenfalls soll darauf eingegangen werden, inwiefern sich eine eingeschränkte auditive Perzeptionsfähigkeit auf weitere Funktionsbereiche (z.B. sprachliche und kommunikative Fähigkeiten) auswirken kann (vgl. Kapitel 2.4.4). Weiterhin werden detaillierte Informationen zur Beschulung von Lernenden mit Hörbeeinträchtigung gegeben, wobei neben der Beschulung an der Förderschule auch die inklusive Beschulung berücksichtigt wird (vgl. Kapitel 2.3.5). Anhand dieser Informationen sollen Implikationen dafür abgeleitet werden, wie eine Wissenstransformation zum Erwerb von Scientific Literacy durch das Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen im Chemieunterricht sowie durch das Erlernen der chemischen Fachsprache (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2) in diesem Bedingungsfeld zu gestalten ist.

2.4.1 Begründung des gewählten Förderschwerpunktes

Mit der Veränderung des deutschen Bildungssystems gehen, wie zuvor erläutert, neue Aufgabenbereiche sowie erhöhte Anforderungen an die Lehrenden einher. Für die Gestaltung inklusiver Lernumgebungen „bedarf es als Grundvoraussetzung an geeigneten inklusionspädagogisch ausgebildeten Lehrpersonen“ (Sawalies et al. 2014, S. 1). Insbesondere Regelschullehrkräfte, die nicht über eine sonderpädagogische Ausbildung verfügen, sind im Sinne der didaktischen Transformation (vgl. Kapitel 2.2) dazu angehalten, eine naturwissenschaftliche Grundbildung für alle Schülerinnen und Schüler unter der Berücksichtigung von Differenzierungsmaßnahmen zu ermöglichen. Im Hinblick auf die steigenden

Anforderungen an die Lehrenden, die mit der Umsetzung eines inklusiven Schulsystems verbunden sind, können detaillierte Informationen zu den Auswirkungen der Förderschwerpunkte auf das Lehren und Lernen von Chemie sowie Einblicke in Gestaltung von Lernarrangements an Förderschulen zur Weiterentwicklung der inklusiven Unterrichtspraxis beitragen. Vor welchen besonderen Herausforderungen Lernende mit Förderbedarf im naturwissenschaftlichen Unterricht allerdings stehen, darüber liegen bisher kaum Forschungsergebnisse vor (vgl. Adesokan & Reiners 2014, S. 85). In der vorliegenden Arbeit sollen diesen Forschungsdesiderata begegnet werden. Um sich der bisher von fachdidaktischer Forschung weitgehend unberührten Thematik anzunähern und einen ersten Einstieg in das Untersuchungsfeld finden zu können, wird hier der besondere Fokus auf Lernende mit Hörbeeinträchtigung gelegt. Für die Wahl dieses Förderschwerpunktes liegt eine Vielzahl an Gründen vor, die im Folgenden erläutert werden sollen.

Zunächst erscheint es aufgrund der erheblichen Unterschiede, die sich aus den unterschiedlichen Förderschwerpunkten und deren (vermutete) Auswirkungen auf das Lehren und Lernen ergeben (vgl. Hinz 2012), nicht möglich zu sein, alle Förderschwerpunkte im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu thematisieren und ohne Spezifizierung auf einen konkreten Förderbedarf zu untersuchen. Aus diesem Grund ist die Fokussierung auf einen Förderschwerpunkt notwendig und sinnvoll. Im Falle einer Hörschädigung wird, anders als bei einer körperlichen Beeinträchtigung, häufig von einer „Unsichtbarkeit der Behinderung“ (Brotzmann 2004, S. 66) gesprochen, sodass Außenstehende sowie Lehrende ohne sonderpädagogische Ausbildung die Bedürfnisse hörgeschädigter Lernender vermutlich nicht immer einzuschätzen wissen (vgl. Gotthardt 2002, S. 66, Gerlach 2014, S. 18ff.). An dieser Stelle ist zu beachten, dass es sich zum Teil auch bei anderen Förderschwerpunkten wie beispielsweise dem Förderschwerpunkt Lernen ebenfalls um nicht sichtbare Behinderungen handelt, dessen Auswirkungen auf das Lehren und Lernen augenscheinlich besser eingeschätzt werden können. Diese Vermutung lässt sich durch die aktuellen Statistiken und Studien zur inklusiven Beschulung begründen, welche belegen, dass die Gruppe der Schülerinnen und Schüler mit Lernbeeinträchtigungen von allen Förderbedarfen am häufigsten im inklusiven Unterricht beschult werden (vgl. Antia, Reed & Kreimeyer 2005, S. 245, Amrhein 2011, S. 195, MSW 2013, S. 11). Ferner werden Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung seltener inkludiert und wenn, betrifft dies vorwiegend diejenigen, „die über entsprechende lautsprachliche Kompetenzen sowie soziale und kognitive Ressourcen verfügen, um sich an die Anforderungen einer lautsprachlich orientierten Regelschule anzupassen“ (Becker 2012, S. 102). Die Ursachen dafür mögen vermutlich darin

begründet liegen, dass für Lernende mit Hörschädigung im Gegensatz zu Schülerinnen und Schülern mit Lernbeeinträchtigungen ein höherer Unterstützungs- und Betreuungsbedarf erwartet wird und zudem die Auswirkungen des Hörverlustes auf das Lehren und Lernen weniger gut eingeschätzt werden können. Zudem stehen für die relativ junge Schulform der inklusiven Schule derzeit keine aussagekräftigen Handreichungen sowie ausreichende Ressourcen (z.B. sonderpädagogisches Fachpersonal, Ausstattung) zur praktischen Umsetzung zur Verfügung, die ermöglichen könnten, dass Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf alle für sie notwendigen Lernhilfen zur Verfügung gestellt bekommen und damit den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung im Chemieunterricht zu realisieren. Zudem liegt aufgrund der Studienschwerpunkte der Verfasserin im Bereich der Hörgeschädigtenpädagogik und der Naturwissenschaften das besondere Forschungsinteresse vor, die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung beim Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu thematisieren und Möglichkeiten zur Förderung domänenspezifischer Lernziele zu identifizieren. Durch Verbindungsversuche zwischen der Sonderpädagogik und der Fachdidaktiken sollen die Chancen hörgeschädigter Lernender für eine inklusive Beschulung langfristig erhöht werden.

2.4.2 Klärung ausgewählter sonderpädagogischer Grundbegriffe

Entgegen der Annahme, dass in der Sonder- und Heilpädagogik eine einheitliche Definition des Begriffs „Behinderung“ vorliegt, sind in einschlägigen Lehrwerken der Disziplinen unterschiedliche Definitionen zu finden (vgl. Bleidick & Hagemester 1998, Borchert 2007, Speck 2008). Da in zahlreichen Definitionen die Sichtbarkeit als Merkmal einer Behinderung definiert wird (vgl. z.B. SGB IX 2001, S. 6, Cloerkes 2007, S. 8) und es sich bei einer Hörschädigung allerdings um eine nicht sichtbare Beeinträchtigung handelt, wird als Grundlage für die vorliegende Arbeit folgende Definition gewählt:

„Als behindert im erziehungswissenschaftlichen Sinne gelten alle Kinder, Jugendlichen und Erwachsenen, die in ihrem Lernen, im sozialen Verhalten, in der sprachlichen Kommunikation oder in den psychomotorischen Fähigkeiten so weit beeinträchtigt sind, dass ihre Teilhabe am Leben der Gesellschaft wesentlich erschwert ist, deshalb bedürfen sie besonderer pädagogischer Förderung“ (Deutscher Bildungsrat 1973, S. 30).

Auch wenn der Behinderungsbegriff im deutschen Schulsystem eine lange Tradition hat und sich historisch aus dem Bildungssystem entwickelt hat, wird seit geraumer Zeit in allen Bildungsbereichen stattdessen der Begriff „sonderpädagogischer Förderbedarf“ oder abgekürzt „Förderbedarf“ verwendet. Der Grund für die Abwendung vom Behinderungsbegriff im Bildungssystem liegt in den Empfehlungen der Kultusministerkonferenz (1994) zur sonderpädagogischen Förderung begründet, in denen der Begriff der „sonderpädagogischen Förderung“ für das deutsche Schulsystem erstmals festgelegt und definiert wurde. In diesem Zusammenhang wurden ebenfalls die Ziele, Formen und Aufgaben dargestellt, die mit sonderpädagogischer Förderung einhergehen. Festzuhalten ist, dass der Ort der sonderpädagogischen Förderung, wie bereits erwähnt, nun variabel und nicht mehr an die Förderschule gebunden ist (vgl. KMK 1994, S. 4). So wird seither weniger von Lernenden mit Behinderung, sondern stattdessen von Lernenden mit Förderbedarf gesprochen.

„Sonderpädagogischer Förderbedarf ist bei Kindern und Jugendlichen anzunehmen, die in ihren Bildungs-, Entwicklungs- und Lernmöglichkeiten so beeinträchtigt sind, dass sie im Unterricht der allgemeinen Schule ohne sonderpädagogische Unterstützung nicht hinreichend gefördert werden können“ (Drave, Rumpler & Wachtel 2000, S. 28).

Seitdem wird der Begriff der Sonderschule in den meisten Bundesländern nicht mehr verwendet. In Nordrhein-Westfalen wird beispielsweise amtlich ausschließlich von Förderschulen mit einem bestimmten Förderschwerpunkt (Lernen, soziale und emotionale Entwicklung, körperliche und motorische Entwicklung, Sprache, geistige Entwicklung, Sehen sowie Hören und Kommunikation) gesprochen (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2012, S. 184). Der Begriff Sonderschule ist allerdings aufgrund der historischen Entwicklung noch im täglichen Sprachgebrauch zu finden. Die Feststellung des sonderpädagogischen Förderbedarfs, der Art und Weise der Förderung sowie über den Ort der Förderung erfolgt in der Regel auf Grundlage einer differenzierten Förderdiagnostik im Rahmen der *Ausbildungsordnung sonderpädagogische Förderung (AO-SF)*. Der Ort sowie die Wahl der sonderpädagogischen Förderung sollen die Kinder und Jugendlichen unterstützen, „ein möglichst hohes Maß an schulischer und beruflicher Eingliederung, gesellschaftlicher Teilhabe und selbständiger Lebensgestaltung zu erlangen“ (KMK 1994, S. 4). Welche pädagogischen Ziele an Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation verfolgt werden, wird im Folgenden ausführlich dargestellt (vgl. Kapitel 2.4.5).

Das bildungspolitische Bestreben zur Hinwendung zu den Begriffen sonderpädagogischer Förderbedarf und Förderschule sowie zur Abkehr vom Behinderungsbegriff und der Sonderschule liegen vor allem in der wahrgenommenen Stigmatisierung begründet, welche mit den Begriffen einhergeht (vgl. Werning & Lütje-Klose 2003, S. 58, Cloerkes 2007, S. 11, Vernooij 2007, S. 76ff., Theunissen & Schwalb 2009, S. 110). Durch die Begriffsänderungen kommt zudem der Wunsch nach einem Paradigmenwechsel zum Ausdruck. Durch den Begriff Förderschule soll verdeutlicht werden, dass an dieser Schulform die besondere Berücksichtigung ausgewählter Aspekte im Vordergrund steht, in denen Schülerinnen und Schüler noch Defizite aufweisen. Weiterhin ist es möglich, den Status des sonderpädagogischen Förderbedarfs durch entsprechende Fördermaßnahmen und Interventionen zu überwinden oder zu kompensieren, sodass ein Förderbedarf im Gegensatz zur Behinderung als eine dynamische und veränderbare Variable wahrgenommen wird (vgl. Borchert 2007, S. 25f., Heimlich & Kahlert 2012b, S. 163ff.). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass diese Begriffsänderungen jedoch nicht unumstritten sind, da im Sinne einer sogenannten *Euphemismus-Tretmühle* angenommen werden kann, dass auch diesen Begriffen negative Konnotationen zukommen werden, sollten sich gesellschaftliche Realitäten und Strukturen im Hinblick auf Stigmatisierung und Benachteiligung nicht ändern (vgl. Pinker 1999). Weiterhin wird die Weiterentwicklung von der Sonderschule zur Förderschule bzw. zum Förderzentrum auch als Rückschritt für die Bemühungen um Integration und Inklusion gesehen (vgl. Wocken 1995, S. 86). Da negative Konnotationen häufig erst durch die Wahl der Sprache sowie Begrifflichkeiten konstruiert werden, wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf die empfohlenen und im Bildungssystem aktuell relevanten Termini der KMK (1994) zurückgegriffen.

Zur Betrachtung der im Folgenden dargestellten sonderpädagogischen Grundlagen ist eine Differenzierung zwischen primären, sekundären und tertiären Auswirkungen der Beeinträchtigung vorzunehmen (vgl. Kastl 2010, S. 191). Die Begriffe „impairment“, „disability“ und „handicap“ wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegt und entsprechen der Kategorisierung nach primären, sekundären und tertiären Folgen. Die Festlegung einer primären Behinderung erfolgt in der Regel auf Grundlage der Ergebnisse medizinisch-pathologischer Untersuchungen. Dabei werden beispielsweise Beeinträchtigungen der Sinneskanäle, der körperlich-motorischen sowie der geistigen, kognitiven und psychischen Fähigkeiten als Schädigungen oder Störung definiert, wenn eine „Abweichung von der gesellschaftlichen Norm“ (Hermes 2007, S. 69) vorliegt. So kann eine verminderte auditive Perzeptionsfähigkeit als primäre Folge der Schädigung der Hörorgane betrachtet

werden (vgl. z.B. Prillwitz 1982, S. 286). Allerdings tritt eine primäre Auswirkung der Beeinträchtigung häufig nicht als einzige Folge der Schädigung der Hörorgane auf, die dann als sekundäre, erworbene Auswirkungen der Beeinträchtigung bezeichnet werden. Als sekundäre Auswirkungen der Beeinträchtigung werden im Bereich der Soziologie die meist negativen Folgen bezeichnet, die sich durch das Vorhandensein einer primären Behinderung für die Entwicklung der jeweiligen Personen ergeben (vgl. Cloerkes 2007, S. 5). Im Hinblick auf Menschen mit Hörschädigung liegen die sekundären Auswirkungen der Beeinträchtigung unter anderem in der Entwicklung der sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten (vgl. z.B. Leonhardt & Zaiß 2002), die sich auf das Lehren und Lernen im Fachunterricht auswirken können. Auf den Diskurs zu den gesellschaftlichen Konsequenzen der Beeinträchtigung im Sinne einer sozialen Benachteiligung bzw. Diskriminierung, die als tertiäre Auswirkungen der Beeinträchtigung bezeichnet werden (vgl. Bleidick & Hagemester 1998, S. 11), wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

2.4.3 Primäre Auswirkungen der Hörschädigung

Die Bezeichnung „hörgeschädigt“ ist als Sammelbegriff für Menschen zu verstehen, die einen Hörverlust aufweisen (vgl. Große 2003, S. 11, Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 44). Hörgeschädigte Menschen sind jedoch im unterschiedlichen Maße von einem Hörverlust betroffen und sind je nach Hörstatus als gehörlos, schwerhörig, ertaubt oder als Menschen mit einem Cochlear-Implantat (CI)⁹ zu bezeichnen.

„Schwerhörige, Gehörlose, Ertaubte und CI-Träger¹⁰ bilden die Gruppe der [...] Hörgeschädigten. Ihnen gemeinsam ist die Minderung oder (in seltenen Fällen) der Ausfall des Hörvermögens“ (Leonhardt 2010, S. 22).

Nach Angaben des Deutschen Gehörlosen-Bund e.V. leben in Deutschland derzeit 80.000 gehörlose (vgl. Gotthardt 2002, S. 66, Uhlig 2012, S. 12) und etwa 100.000 hochgradig schwerhörige Menschen, die nicht in der Lage sind, sich über die Lautsprache zu verständigen (vgl. Gerlach 2014, S. 5). Dieser relativ kleinen Personengruppe steht eine Gruppe von 15 Millionen Menschen gegenüber, die aus medizinischer Perspektive eine Funktionsstörung der Hörorgane jedweder Art aufweisen (vgl. Deutscher Schwerhörigenbund e.V.

⁹ Bei einem Cochlea-Implantat handelt es sich um eine Hörhilfe, die operativ in das Innenohr eingesetzt und als eine Art „Hörprothese“ verstanden werden kann (vgl. Knoors & Marschark 2014, S. 34).

¹⁰ Menschen mit einem Cochlea-Implantat lassen sich aufgrund der Unterschiedlichkeit der Höreindrücke weder den Schwerhörigen noch den Gehörlosen zuordnen (vgl. Leonhardt 2010, S. 94).

2011, S. 1ff.). Dabei werden sowohl Menschen mit leichter, mittelgradiger, an Taubheit grenzender Schwerhörigkeit sowie Altersschwerhörigkeit und gehörlose Menschen einbezogen. Somit handelt es sich bei den dabei erfassten Personen auch um Schwerhörige, bei denen sich keine sekundären Auswirkungen, sondern lediglich die primären Folgen der Hörschädigung zeigen, die in einer mehr oder minder beeinträchtigte auditive Perzeptionsfähigkeit liegen. Sekundäre Auswirkungen auf andere Funktionsbereiche (z.B. Sprache und Kommunikation) treten hingegen nicht auf.

Ebenso heterogen wie die Definitionen für den Behinderungsbegriff charakterisiert werden können, ist auch keine allgemeingültige Definition einer Hörschädigung zu finden, „weil die Terminologie in diesem Bereich sehr unterschiedlich ist“ (Wisotzki 1994, S. 46). Vielmehr sind Definitionen aus unterschiedlichen Disziplinen bekannt, beispielsweise aus der Pädagogik, Psychologie, Linguistik sowie aus der Medizin, wobei mit den Definitionen unterschiedliche Ziele verfolgt werden (vgl. Kaul 2003, S. 17).

„Aus Sicht der Medizin wird jede Funktionsstörung des Hörorgans erfasst, während sich die Pädagogik auf solche beschränkt, die die Beziehung zwischen Individuum und Umwelt beeinträchtigen und damit soziale Auswirkungen auf den Betroffenen haben“ (Leonhardt 2010, S. 22).

Aus medizinischer bzw. audiologischer Sicht wird eine Hörschädigung als eine Minder- oder Fehlleistung der Hörorgane verstanden (vgl. Claußen 1995, S. 12). Zu den Hörorganen zählen das äußere Ohr, das Mittel- und Innenohr sowie das zentrale Nervensystem (vgl. Große 2001, S. 25). Damit Menschen akustische Signale wahrnehmen können, ist es erforderlich,

1. dass der Schall vom äußeren Ohr über das Mittelohr in das Innenohr geleitet wird,
2. dass das akustische Signal durch den Hörnerv in ein elektrisches transformiert wird
3. und dass die Verarbeitung des Signals im zentralen Nervensystem erfolgen kann (vgl. Plath 1992, S. 32).

Liegt in mindestens einem der genannten Prozesse und Bereich eine Störung vor, wird von einer Hörschädigung gesprochen.

Wie bereits erwähnt, stellt die Bezeichnung „hörgeschädigt“ den Oberbegriff für Menschen mit einem Hörverlust dar. Allerdings sei darauf hingewiesen, „dass die Erscheinungsbilder hörgeschädigter Menschen [...] ein sehr breites Spektrum aufweisen“ (Leon-

hardt 2010, S. 77). Aufgrund der vorliegenden Heterogenität scheinen endgültige Verallgemeinerungen über die Fähigkeiten aller hörgeschädigter Menschen also nicht sinnvoll (vgl. Wisotzki 1994, S. 51), was von Easterbrooks & Baker (2002) weiter unterstützt wird.

„Students who are deaf and hard of hearing form a widely heterogeneous group. Unless a teacher works in a large residential school in a large city it is highly unlikely that the students with whom he works will be on the same language level or have the same instructional needs” (Easterbrooks & Baker 2002, S. 81).

Somit ist es allenfalls möglich, auftretende Tendenzen aufzuzeigen und zu formulieren. Der Grund für die bestehende Heterogenität ist, dass sich die Hörschädigung in Abhängigkeit des jeweiligen Bedingungsfeldes individuell auswirkt, sodass den folgenden Aspekten eine entscheidende Rolle zukommt:

- Grad der Hörschädigung
- Art der Hörschädigung
- Beginn der Hörschädigung (Große 2003, S. 11)
- Beginn und Art der durchgeführten Fördermaßnahmen
- Versorgung mit technischen Hilfen
- Kommunikation und Spracherfahrung (KMK 1996, S. 4)
- Vorhandensein (...) weiterer Behinderungen (Leonhardt 2003, S. 312f.).

In Bezug auf den Grad der Hörschädigung wird zwischen leichter, mittelgradiger und hochgradiger Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit unterschieden (vgl. Paul 1991, S. 125, Große 2001, S. 37, Diller & Martsch 2012, S. 24). Weiterhin wird hinsichtlich der Art der Hörschädigung in der Literatur zwischen Schalleitungs- und Schallempfindungsschwerhörigkeit sowie kombinierter Schwerhörigkeit unterschieden (vgl. Leonhardt 2003, S. 207). So findet das Hören je nach Art und Grad der Hörschädigung, verzerrt, bruchstückhaft, leiser oder in seltenen Fällen gar nicht statt (vgl. Kaul 2003, S. 42).

Deutliche Unterschiede hinsichtlich der Auswirkungen des Hörverlustes zeigen sich im jeweiligen Beginn der Hörschädigung. Dabei wird zwischen pränataler (vor der Geburt), perinataler (während der Geburt) und postnataler (nach der Geburt) bzw. prälingualer (vor der Spracherwerb) und postlingualer (nach dem Spracherwerb) Hörschädigung differenziert (vgl. Probst, Grevers & Iro 2008, S. 181). Tritt eine Hörschädigung erst nach dem Spracherwerb (postlingual), beispielsweise im Erwachsenenalter auf, sind die sekundären

Auswirkungen (z.B. Sprache und Kommunikation) als gering einzuschätzen (vgl. Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 46).

„Art, Grad und Zeitpunkt des Eintretens des Hörverlustes beeinflussen die Sprachentwicklung in hohem Maße [...]. Es sind große individuelle Unterschiede bei annähernd gleicher Hörschädigung und auch annähernd gleichem sozialen Umfeld zu beobachten“ (Leonhardt 2009, S. 23).

Weiterhin sind der Beginn und die Art der durchgeführten Fördermaßnahmen für das Auftreten sekundärer Auswirkungen ausschlaggebend. Je früher Kinder und Jugendliche mit Hörschädigung in speziellen Förderzentren gefördert werden, desto geringer sind die Tendenzen der Hörschädigung einzuschätzen, sich auf weitere Funktionsbereiche auszuwirken, was ebenfalls für die Versorgung mit technischen Hörhilfen gilt. Das Ausmaß und die Art eines Hörverlustes sind anhand audiometrischer Messverfahren, wie der Ton- und Sprachaudiometrie, messbar (vgl. Wisotzki 1994, S. 56). Basierend auf diesen Ergebnissen erfolgt der Einsatz und die Anpassung geeigneter Hörhilfen, wie einem Hörgerät oder einem Cochlea-Implantat, um die eingeschränkte auditive Wahrnehmungsfähigkeit auszugleichen (vgl. Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 46ff.). Die Hörhilfen können erheblich dazu beitragen, die Qualität und Quantität der Höreindrücke zu verbessern. Weiterhin kann durch eine optimale Versorgung mit Hörhilfen die orale Sprachentwicklung von hörgeschädigten Menschen begünstigt werden (vgl. Knoors & Marschark 2014, S. 24f.). Dennoch ist zu beachten, dass es sich auch bei optimaler Hörgeräteanpassung und -versorgung um ein verändertes und unvollständiges Hören handelt (vgl. Leonhardt 2010, S. 23).

Außerdem ist das Vorhandensein bzw. das Fehlen von Kommunikations- und Spracherfahrung für das heterogene Erscheinungsbild hörgeschädigter Menschen verantwortlich. Im Hinblick auf die Tatsache, dass mehr als 90% der gehörlosen Kinder und Jugendlichen Eltern haben, die über ein intaktes Hörorgan verfügen (vgl. Große 2003, S. 34, Warzecha 2003, S. 178, Hoppe 2004, S. 79), kann das Vorliegen einer regen Kommunikation und ausgeprägter Spracherfahrung im familiären Umfeld bei den wenigsten gehörlosen Lernenden vorausgesetzt werden¹¹.

¹¹ Die Ursachen für eine Hörschädigung liegen in den seltensten Fällen in einer genetischen Determination begründet. Häufig wird eine Hörschädigung prä-, peri- oder postnatal durch Komplikationen oder Krankheiten erst erworben (vgl. Biesalski & Frank 1994, S. 68).

„Where deaf learners, as a cultural and linguistic minority, diverge from other such groups is in the fact that more than 90 percent of them have parents who are not already members of that minority“ (Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 43).

Zudem kann das Vorhandensein eines weiteren Förderschwerpunktes die Entwicklung des hörgeschädigten Kindes maßgeblich beeinflussen. Tritt eine weitere Beeinträchtigung auf, so sind die Auswirkungen der Förderschwerpunkte nicht additiv oder getrennt voneinander zu betrachten, sondern zusammenhängend im Sinne der Ausbildung eines komplexeren Störungsbildes (vgl. Große 2001, S. 47). Im Hinblick auf hörgeschädigte Menschen mit weiteren Beeinträchtigungen „bildet die der lernbehinderten Gehörlosen und lernbehinderten Schwerhörigen“ (Leonhardt 2003, S. 313) zahlenmäßig die größte Gruppe. Förderschullehrende „stehen hier vor einer schwierigen Aufgabe, einem breitgefächerten Bedingungsfeld oftmals auch innerhalb einer Schulklasse gerecht zu werden“ (Kaul & Becker 1999, S. 9), was ebenfalls für die Lehrenden an inklusiven Schulen zutrifft. Dieser vorherrschenden Diversität sollte insbesondere durch Maßnahmen der Differenzierung und individuellen Förderung begegnet werden.

Wie bereits in den Ausführungen zu den primären Auswirkungen des Hörverlustes deutlich geworden ist, wirkt sich eine Hörschädigung tendenziell auf weitere Funktionsbereiche sekundär aus. Dabei handelt es sich anders als bei den primären Folgen nicht um Auswirkungen, die sich unmittelbar aus der Schädigung ergeben, sondern um erworbene Beeinträchtigungen (vgl. Kapitel 2.3.2). Weiterhin sind die sekundären Auswirkungen des Hörverlustes im Gegensatz zu den primären Folgen nicht immer direkt messbar und offensichtlich. Zudem handelt es sich bei einer Hörschädigung um eine nicht sichtbare Behinderung, sodass die Bedürfnisse hörgeschädigter Menschen von Außenstehenden nicht immer eingeschätzt werden können (vgl. Brotzmann 2004, S. 66). Nach Angaben der KMK (1996) sind die folgenden Funktionsbereiche häufig sekundär von einer Hörschädigung betroffen:

- Spracherfahrung und Kommunikation
- Erfahrungsmangel
- emotionale und soziale Entwicklung
- geistige Entwicklung
- Lern- und Leistungsverhalten

Nach Angaben von Marschark & Spencer (2011) zeigen sich die sekundären Folgen der Hörschädigung am häufigsten in den sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten hörgeschädigter Menschen, sodass der Förderung dieser Aspekte aus sonderpädagogischer Perspektive zweifelsohne eine hohe Relevanz zukommt. Vor dem Hintergrund, dass die Sprache im Chemieunterricht einerseits das Unterrichtsmedium, gleichzeitig aber auch den Lerngegenstand an sich darstellt (vgl. Kapitel 2.2), sind die sekundären Auswirkungen im Bereich der Sprache und der Kommunikation für die vorliegende Arbeit von zentraler Bedeutung. Diese Auswirkungen sollten den Lehrenden auch an inklusiven Schulen bekannt sein und von ihnen bei den methodischen und didaktischen Entscheidungen im Chemieunterricht berücksichtigt werden. Daher werden im Folgenden die sekundären Auswirkungen der Hörschädigung in den Bereichen Sprache und Kommunikation vordergründig behandelt, während auf Ausführungen zu weiteren sekundären Folgen verzichtet wird.

2.4.4 Sekundäre Auswirkungen der Hörschädigung

Der weit verbreiteten Annahme, dass hörgeschädigte Menschen in der Regel ausschließlich Einschränkungen in ihrer Hörfähigkeit erfahren, ist die Tatsache entgegenzubringen, „daß der Gehörsinn eine zentrale Funktion beim Erlernen der Sprache einnimmt“ (Wisotzki 1994, S. 46). Die Sprache dient als Medium für den zwischenmenschlichen Informationsaustausch und stellt das wichtigste Bildungsinstrument des Menschen dar. Je größer der Hörverlust, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass der natürliche und spontane Spracherwerb gefährdet wird (vgl. Kiedrowski 2005, S. 1). Zudem ist insbesondere bei hochgradig schwerhörigen und gehörlosen Menschen aufgrund der verminderten auditiven Perzeptionsfähigkeit eine lautsprachliche Kommunikation nicht (immer) möglich (vgl. Wagner & Schlenker-Schule 2006, S. 43). Aus diesem Grund sind die bei Menschen mit Hörschädigung häufig auftretenden geringeren sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten als die sekundären Folgen der Hörschädigung zu bezeichnen. In der Hörgeschädigtenpädagogik bestand vor einigen Jahren der Vorschlag, „präziser von einer *Hör-Sprach-Behinderung* zu sprechen“ (Große 2001, S. 47), um mit dieser Bezeichnung nicht nur den primären, sondern auch den sekundären Auswirkungen der Hörschädigung Rechnung zu tragen. An dieser Stelle sei allerdings darauf hingewiesen, dass die Ursache für die geringeren sprachlichen Fähigkeiten hörgeschädigter Menschen nicht zwingend in einem direkten Zusammenhang mit eingeschränkteren kognitiven Fähigkeiten steht, sondern in

einem geringeren Hörvermögen begründet liegt. Es handelt sich demnach um audiogene, also durch den Hörverlust verursachte Sprachstörungen.

„Die Beeinträchtigung des Spracherwerbs ist nicht auf intellektuelle oder psychische Mängel [...] zurückzuführen, sondern auf die [...] Einschränkung und Veränderung der auditiven Wahrnehmung. Diese Wahrnehmungserschwerung beeinträchtigt den Erwerb der Sprechfähigkeit, aber auch das Erlernen der in der sozialen Umwelt gesprochenen Sprache“ (Claußen & Diercks 1985, S. 1).

Ob sich eine Hörschädigung aber auf den Erwerb der Sprache auswirkt, ist vom Zeitpunkt abhängig, an dem die Beeinträchtigung aufgetreten ist (vgl. Ding 1991, S. 215). Bei Menschen mit postlingualer Hörschädigung liegen die gleichen Voraussetzungen für den Spracherwerb vor wie bei Menschen mit intaktem Gehör. Hingegen stehen Menschen mit prälingualer Hörschädigung hinsichtlich des Spracherwerbs vor Herausforderungen, aus denen unterschiedliche Sprachentwicklungsverläufe resultieren (vgl. Claußen 1995, S. 12).

„'Prälingual Gehörlose' erlernen die deutsche Sprache nicht mit einer mit hörenden Kindern vergleichbaren Natürlichkeit, Spontaneität und Selbstverständlichkeit“ (Jussen 1991, S. 206).

Bei einem leichten prälingualen Hörverlust hingegen sind die Auswirkungen auf die sprachlichen Fähigkeiten allerdings geringer einzuschätzen. Je nach Grad der prälingualen Hörschädigung wird fachpädagogische Unterstützung zum Erlernen des Sprechens benötigt. Grundsätzlich es ist es also hochgradig schwerhörigen oder gehörlosen Menschen möglich, das Sprechen zu lernen, solange keine zusätzliche Schädigung der Artikulationsorgane vorliegt. Trotz intensiver Förderung ist das Erlernen des Sprechens für prälingual hörgeschädigte Menschen mit hohem Hörverlust mit großen Anstrengungen verbunden (vgl. z.B. Leonhardt 2010). Die Artikulation hochgradig hörgeschädigter Menschen ist trotz Förderung häufig von einer fehlenden Prägnanz sowie einer fehlerhaften rhythmischen Akzentuierung gekennzeichnet, was durch die „weitgehend ausbleibende auditive Kontrolle“ (Große 2001, S. 84) erklärt werden kann.

„It is difficult to learn a spoken language that you cannot hear or hear well. Once a deaf child has acquired at least the basic of spoken language, there is still the constant struggle to understand and be understood by others“ (Knoors & Marschark 2014, S. 56).

Da viele hochgradig schwerhörige und gehörlose Menschen aufgrund dieser Erschwernisse das Sprechen unterlassen, wurden sie in der Vergangenheit häufig als „taubstumm“ bezeichnet. Diese Bezeichnung kann aus verschiedenen Gründen als nicht zutreffend eingestuft werden und wird zudem von der angesprochenen Zielgruppe abgelehnt (vgl. Gerlach 2014, S. 9). Der Hauptgrund dafür ist, dass durch die Bezeichnung „taubstumm“ hörgeschädigten Menschen nicht nur die Fähigkeit des Hörens, sondern auch ihre Fähigkeit des Sprechens und des Kommunizierens abgesprochen wird. Viele hochgradig hörgeschädigte oder gehörlose Menschen verzichten aus den genannten Gründen auf die Verwendung der Lautsprache und erlernen stattdessen die Deutsche Gebärdensprache (DGS) oder kommunikationsunterstützende Maßnahmen, welche im Folgenden erläutert werden. Weiterhin wurde fälschlicherweise angenommen, dass die fehlende lautsprachliche Aktivität hochgradig schwerhöriger oder gehörloser Menschen die Folge einer Schädigung der Artikulationsorgane darstellt, die in Kombination mit der Schädigung der Hörorgane auftritt. Vor dem Hintergrund der geschilderten Herausforderungen, die beim Erlernen des Sprechens bei hörgeschädigten Menschen einhergehen, ist offensichtlich, dass das Unterlassen des Sprechens lediglich eine Folge der eingeschränkten auditiven Kontrolle ist. Die Bezeichnung „taubstumm“ findet sich mittlerweile nur noch in veralteter Literatur sowie in der Umgangssprache wieder, während der Begriff „gehörlos“ die zutreffende Bezeichnung darstellt (vgl. Marschark & Humphries 2010, S. 1). Charakteristisch für Menschen mit an Taubheit grenzender Schwerhörigkeit und Gehörlosigkeit ist die Verwendung der Deutschen Gebärdensprache. Anders als der Erwerb der Lautsprache fällt das Erlernen der Gebärdensprache gehörlosen Menschen leichter und stellt für sie ihre natürliche Muttersprache dar (vgl. KMK 1996, S. 7, Horsch 2003, S. 342f.).

„In contrast to spoken language, signed language are relatively easy and straightforward for deaf children to acquire, because they are 100% visible“ (Knoors & Marschark 2014, S. 57).

Die Deutsche Gebärdensprache, die seit 2005 als eine vollwertige Sprache anerkannt ist, wird von circa 200.000 Menschen in Deutschland mit unterschiedlichen Dialekten verwendet, während in anderen Ländern andere Gebärdensprache verwendet werden und weltweit circa 200 Gebärdensprachen existieren (vgl. Knoors & Marschark 2014, S. 58).

„Die Gebärdensprache ist nicht überall auf der Welt gleich. Zugleich gibt es nationale Varianten sowie regionale Dialekte innerhalb einer nationalen Variante“ (Leonhardt 2010, S. 141).

Die deutsche Gebärdensprache unterscheidet sich von der deutschen Sprache deutlich in der Phonologie (hier Handstellung, Handform, Ausführungsstelle und Bewegung), Morphologie (Regel der Verkürzung bei der Bildung von Komposita) und der Syntax (Subjekt-Objekt-Prädikat) (vgl. Prillwitz & Leven 1985, Becker 2002, Horsch 2003, Leuninger & Happ 2005, Papaspyrou & Dorn 2008, Fricke 2012). Es ist zu beachten, dass die Deutsche Gebärdensprache keine spezielle Form der Pantomime darstellt. Auch wenn es durch Pantomime möglich ist, bestimmte Sprachhandlungen zu vollziehen, erfüllt die Pantomime, anders als die Deutsche Gebärdensprache, nicht die Kriterien einer vollwertigen Sprache. Zudem wird die Gebärdensprache nicht rein visuell verarbeitet, auch wenn dies häufig angenommen wird. Dieses Missverständnis besteht aufgrund der Ikonizität einiger Gebärden, die daher von Personen, die keine Gebärdensprache gelernt haben, zum Teil verstanden werden können (vgl. Horsch 2003, S. 339). Weiterhin wird die Gebärdensprache, wie auch die Lautsprache, in den Sprachzentren des Gehirns verarbeitet und nicht ausschließlich in den Arealen für visuelle Reize. Eine ausschließliche Verarbeitung in den Arealen für visuelle Reize würde das Verstehen komplexer Sachverhalte in Gebärdensprache nicht zulassen (vgl. Fritsche & Kestner 2003). Denn nur wer „die Gebärdensprache gut beherrscht, kann damit auch komplexe und abstrakte Ideen ausdrücken“ (Leonhardt 2010, S. 141). Aus diesem Grund weisen Kinder, die gebärdensprachlich aufwachsen und gehörlose Eltern haben, in der Regel keine (sprachlichen) Entwicklungsunterschiede zu Kindern mit intaktem Hörorgan auf (vgl. z.B. Gerlach 2014).

Desweiteren werden von schwerhörigen Menschen, die zwar in der Lage sind, lautsprachlich zu kommunizieren, aber nicht alle Informationen aufnehmen können, häufig lautsprachbegleitenden Gebärden (LBG) oder lautsprachunterstützende Gebärden (LUG) zur Unterstützung der Kommunikation eingesetzt. Bei diesen Manualsyste-men handelt es sich um eine Kombination aus der Deutschen Gebärdensprache und der Lautsprache, wobei mit veränderten Schwerpunkten gesprochen und gleichzeitig gebärdet wird (vgl. Horsch 2003, S. 341, Große 2003, S. 49f.). Eine weitere Maßnahme zur Unterstützung der Kommunikation stellt die visuelle Lautsprachperzeption bzw. das Absehen dar, welches umgangssprachlich als Lippenlesen bezeichnet wird. So kann die Sprache visuell wahrgenommen werden und das Verstehen unterstützt werden. Da aber ein Großteil der für die Sprachproduktion entscheidenden Bewegungen und Stellungen der Artikulationsorgane visuell nicht erfasst werden können, da sie im Kehlkopf oder im inneren der Mundhöhle gebildet werden, ist ein „vollständiges Sprachverstehen ausschließlich über das Absehen [...] schwer möglich und erfordert einen umfangreichen Sprachbesitz sowie ein hohes Maß an Kombi-

nationsfähigkeit“ (Leonhardt 2010, S. 190). Somit sind die Möglichkeiten der visuellen Lautsprachperzeption begrenzt.

Da die lautsprachliche Kommunikation nicht für alle hörgeschädigten Menschen möglich ist, ist es für sie besonders wichtig, die Schriftsprache zu beherrschen. Sie „gilt als das sicherste Kommunikationsmittel für hochgradig Hörbehinderte [...] im Umgang mit Hörenden“ (Große 2001, S. 88). Da es sich bei der Schriftsprache allerdings um ein Derivat der Lautsprache handelt, ist auch der Erwerb der schriftsprachlichen Fähigkeiten für prälingual hörgeschädigte Menschen mit einigen Herausforderungen verbunden. Es hat sich gezeigt, dass „gehörlose Schüler nur geringe Chancen haben, eine funktionale Beherrschung der Schriftsprache zu erlangen“ (Schäfke 2005, S. 173). An dieser Stelle ist zu beachten, dass die Schriftsprache für hörgeschädigte Menschen nicht nur das sicherste Kommunikationsmittel im Umgang mit Hörenden darstellt (vgl. KMK 1996, S. 7), sondern, dass von vorliegenden Lese- und Schreibkompetenzen natürlich auch die schulischen Leistungen aufgrund der besonderen Rolle der Sprache im Chemieunterricht maßgeblich beeinflusst werden (vgl. Kapitel 2.2).

Im Hinblick auf die schriftsprachlichen Leistungen hörgeschädigter Lernender liegen zahlreiche Studien vor, „nach denen ein beträchtlicher Anteil der gehörlosen Schüler die Schulen als funktionelle Analphabeten verlässt“ (Schäfke 2005, S. 1), was zu weiteren Einschränkungen für die gesellschaftliche Teilhabe und die berufliche Orientierung führen kann. Dabei ist sowohl die Lese- als auch die Schreibkompetenz auf unterschiedlichen Ebenen betroffen (vgl. Becker & Artelt 1998, S. 157, Antia, Reed & Kreimeyer 2005, S. 245, Kiedrowski 2005, S. 1, Spencer & Marschark 2010, S. 114ff.). Die geringen Lesekompetenzen werden häufig damit begründet, dass hörgeschädigte Lernende die für die Entwicklung der Lesefähigkeit relevanten Vorläuferfähigkeiten (z.B. phonologische Bewusstheit, Phonem-Graphem-Korrespondenz) verzögert erwerben, sodass der Leseprozess nicht mit einer ausreichenden Routine und einem notwendigen Automatismus vollzogen werden kann (vgl. Trezek, Wang & Paul 2009, S. 7). Weiterhin werden diese Fähigkeiten häufig nicht altersgerecht erworben, wie aus dem folgenden Beitrag hervorgeht.

„Das Niveau der sprachlichen Kulturtechniken eines durchschnittlichen gehörlosen Schülers am Ende der [...] Sekundarstufe 1 entspricht etwa dem neun- bis zehnjähriger Hörender“ (Paul 1991, S. 127).

An dieser Stelle sei allerdings darauf hingewiesen, dass gehörlose Kinder mit hörenden Eltern geringere Schriftsprachkompetenzen aufweisen als gehörlose Kinder, die auch gehörlose Eltern haben und von Geburt die Muttersprache ihrer Eltern, die Gebärdensprache, erlernt haben (vgl. Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 182, Knoors & Marschark 2012, S. 292). Gehörlose Kinder von gehörlosen Eltern verfügen über eine Sprachbewusstheit, die hörgeschädigte Kinder mit hörenden Eltern aufgrund des geringen sprachlichen Austauschs weniger erwerben. Wie bereits erwähnt, liegt die Konstellation von gehörlosen Kindern mit gehörlosen Eltern allerdings in weniger als 10% der Fälle vor (vgl. Kapitel 2.3.3), sodass häufig ein erhöhter schriftsprachlicher Förderbedarf vorliegt. Im Folgenden werden daher einige Ergebnisse im Hinblick auf die Schreibkompetenz vorgestellt.

„Many children who are deaf or hard of hearing (DHH) find literacy an enormous challenge, and many leave formal education without having achieved a level of literacy that prepares them for the demands of a literate society“ (Harris & Marschark 2011, S. 1).

Vor allem prälingual Hörgeschädigte weisen im Vergleich zu gut Hörenden einen geringeren Wortschatz auf (vgl. Wolbers 2008, S. 257), was sowohl den aktiven als auch den passiven Wortschatz betrifft (vgl. KMK 1996, S. 4). Der aktive (produktive) Wortschatz umfasst bekannte Wörter, Begriffe und Synonyme, die im Alltag aktiv verwendet werden. Der passive (rezeptive) Wortschatz beinhaltet Wörter, die bekannt sind und verstanden werden, aber nicht aktiv verwendet werden. Die Mängel im (passiven) Wortschatz führen dazu, dass viele Hörgeschädigte Schwierigkeiten haben, Texte zu verstehen.

„Vocabulary continues to be an area of need for most deaf and hard-of-hearing students, and its lack contributes to difficulties for these students in comprehending text to the degree that it slows and complicates decoding and comprehension“ (Spencer & Marschark 2010, S. 117).

Hörgeschädigten Kindern sind zudem weniger Begriffe bekannt und diese in ihrer Bedeutung nur unzureichend erfasst, sodass ihre Wortwahl nicht immer korrekt ist.

„Deaf children tend to have smaller vocabularies than hearing children: fewer words, fewer word meanings, but also less well-connected word meanings reflected“ (Knoors & Marschark 2014, S. 73).

„Von ungenügender Beherrschung des altersgerechten Wortschatzes zeugen Wortschöpfungen (z. B. ‚Brieftüte‘ an Stelle ‚Briefumschlag‘)“ (Große 2001, S. 85).

Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass die eigenständige schriftsprachliche Produktion erhöhte Anforderungen an die hörgeschädigten Menschen stellt. Die Qualität der verfassten Texte ist unter anderem vom Wortschatz, den grammatikalischen Fähigkeiten sowie der Rechtschreibung abhängig und für die angesprochene Zielgruppe als eher geringer einzuschätzen (vgl. Schlenker-Schulte 2004, S. 198, Wagner & Schlenker-Schulte 2006, S. 43 f., Antia et al. 2009, S. 292). Vor allem Gehörlose produzieren beim Schreiben weniger Wörter als gleichaltrige hörende Menschen (vgl. Albertini 2000, S. 113).

„Such analyses still indicate that deaf students generally produce shorter and less structurally variable sentences than hearing peers, when they produce complete sentences at all“ (Marschark, Lang & Albertini 2002, S. 172).

Weiterhin entsprechen die verfassten Texte nicht immer den Erwartungen der schulischen Norm, und das „Schreiben des Gehörlosen ähnelt dem Schreiben derjenigen, die Deutsch [oder Englisch] als Zweitsprache lernen“ (Albertini 2000, S. 113).

Neben den bereits geschilderten Herausforderungen liegen vor allem bei gehörlosen Menschen mit Deutscher Gebärdensprache als Erstsprache sprachliche Besonderheiten vor. Lernen die Kinder die Deutsche Gebärdensprache als Erstsprache, welche einer anderen syntaktischen Struktur folgt als die deutsche Sprache, erfolgt tatsächlich „Schreiben für sie in einer anderen Sprache als der Gebärdensprache“ (Poppendieker 1992, S. 220). Aufgrund dieser Tatsache werden Menschen, welche die Deutsche Gebärdensprache nutzen, per se als mehrsprachig bezeichnet (vgl. Horsch 2003, S. 341ff.). Da aufgrund der migrationsbedingten Pluralität ein deutlicher Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungsgeschichte an Förderschulen für Hörgeschädigte vorliegt, kommt dieser Thematik eine besondere Rolle zu. Diese Lernenden leben eine doppelte Zweisprachigkeit, da sie sich in einem Spannungsfeld zwischen den Sprachgemeinschaften der deutschen Sprache, ihrer Herkunftssprache und Gebärdensprache(n) befinden (vgl. Hoppe 2004, S. 82, Große 2005, S. 75ff.). Dieses Spannungsfeld führt häufig dazu, dass in keiner Sprache bildungssprachliche Fähigkeiten erworben werden können, wobei für den Erwerb hoher schulischer Leistungen das Vorhandensein derselben ausschlaggebend ist.

„Sie [gehörlose Lernende mit Zuwanderungsgeschichte] verfügen über keine erworbene Erstsprache, sodass auch in der Zweitsprache überwiegend nur ein niedriges Niveau erreicht wird. Das Erreichen einer kognitiv-akademischen Sprachfähigkeit, die Voraussetzung für ein gutes Textverständnis ist, wird bisher nur in Ausnahmen erreicht“ (Diller & Martsch 2012, S. 52).

Diese Herausforderungen könnten sich im Chemieunterricht beispielsweise auch beim Lesen von Schulbuchtexten sowie beim Verfassen von Versuchsprotokollen zeigen, welche in der Regel in schriftsprachlicher Form angefertigt werden (vgl. Kapitel 2.2.2).

Aufgrund der sekundären Folgen der Hörschädigung kommt es bei prälingual hörgeschädigten Menschen neben den Einschränkungen der sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten auch zu verringerten Alltagserfahrungen (vgl. Wagner & Schlenker-Schulte 2006). So kann nicht immer vorausgesetzt werden, dass hörgeschädigte Menschen Informationen aus informellen¹² Gesprächen wahrnehmen und alltägliche Begriffe und Ereignisse bekannt sind. Somit wird „bei sprachlicher Kommunikation nicht nur - zunächst unbewusstes - sprachliches Wissen, sondern auch Weltwissen vermittelt (Poppendieker 1992, S. 75), welches bei hörgeschädigten Menschen nicht immer in dem erwarteten Ausmaß vorhanden ist. Insbesondere das Wissen, das Schülerinnen und Schüler beiläufig erwerben und für das schulische Lernen nicht unerheblich ist, kann neben der Sprache durch die Hörschädigung sekundär beeinflusst werden, wie aus dem folgenden Zitat hervorgeht.

„At the same time, hearing loss can interfere with learning, both the informal and incidental learning that happens in everyday activities and the more formal learning associated with schooling“ (Knoors & Marschark 2014, S. 25).

Aus diesen Gründen, „nicht etwa wegen vorliegenden Intelligenzmangels, ist bei schwerhörigen Kindern häufig ein verringerter Umfang an alltäglichen Erfahrungen festzustellen“ (Claußen & Diercks 1985, S. 3).

Anhand der Ausführungen zu den Auswirkungen der Hörschädigung auf die sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten ist deutlich geworden, dass sich die sekundären Aus-

¹² Mit informellem Lernen sind beiläufige, meist nicht intendierte Lernprozesse gemeint, die durch alltägliche Situationen sowie Gespräche im familiären Umfeld in der Regel außerhalb einer formalen Lernumgebung stattfinden (vgl. BMBF 2001, S. 18ff.). Weiterhin unterscheidet Roth (1963) in seiner „Pädagogischen Psychologie des Lehren und Lernens“ neben dem angeleiteten, durch Dritte angestoßenen Lernen sowie dem bewussten, intendierten Lernen zwischen dem unbewussten, beiläufigen Lernen, was der heutigen Auffassung des informellen Lernens entspricht.

wirkungen weitaus gravierender darstellen als die primären Folgen der Hörschädigung. An dieser Stelle sei allerdings darauf hingewiesen, dass die sekundären Folgen nicht zwingend in dem Maße auftreten müssen, wie sie an dieser Stelle beschrieben wurden.

„The problem, however, for many Deaf children is that language is the primary means through which we process experience and acquire new knowledge. When communication with adults has been limited in the preschool years, conceptual development (knowledge of the world) will also likely be limited. This emphasizes once again the importance of ensuring that Deaf children have early access to a language of communication in order to build up a rich reservoir of experience“ (Cummins 2011, S. 19).

Wie bereits in den theoretischen Grundlagen dargestellt wurde, stellt vor allem der Erwerb der chemischen Fachsprache ein bedeutendes unterrichtliches Lernziel dar. Aufgrund der Spezifika der chemischen Fachsprache entstehen im Fachunterricht im Allgemeinen inhaltliche sowie sprachliche Schwierigkeiten (vgl. Kapitel 2.2), die sich erwartungsgemäß im Hinblick auf die vorliegende Zielgruppe potenzieren. Aus diesem Grund ist es die besondere Aufgabe der Lehrkräfte, sprachförderliche Maßnahmen zu identifizieren, die im Sinne einer inneren Differenzierung in den Unterricht implementiert werden. Im Folgenden soll nun beschrieben werden, auf welche Weise die Bedürfnisse hörgeschädigter Lernender durch eine entsprechende Beschulung berücksichtigt werden, um den von Cummins (2011) angesprochenen notwendigen Bedingungen zur Förderung hörgeschädigter Lernender Rechnung zu tragen.

2.4.5 Konsequenzen für die Beschulung von Lernenden mit Hörschädigung

Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung werden derzeit in Deutschland größtenteils (noch) an entsprechenden Förderschulen bzw. Förderzentren unterrichtet. Da sich der strukturelle Aufbau sowie die Ziele von Förderschulen bzw. Förderzentren in den Bundesländern zum Teil unterscheiden (vgl. Vernooij 2007), werden die Ausführungen zur Beschulung hörgeschädigter Lernender am Beispiel von Nordrhein-Westfalen vorgenommen, da in diesem Bundesland das vorliegende Forschungsprojekt angesiedelt ist.

Aufgrund der Modernisierung der Hörgerätetechnik, der diagnostischen Möglichkeiten sowie Fördermaßnahmen ist in den letzten Jahrzehnten eine deutliche Veränderung in der

Population hörgeschädigter Schülerinnen und Schüler zu verzeichnen. So sind an Förderschulen weniger gehörlose und vermehrt schwerhörige Schülerinnen und Schüler zu finden (vgl. Fritsche & Kestner 2003, S. 132, Antia, Kreimeyer & Reed 2010, S. 72). Die einst getrennt voneinander bestehenden Förderschulen für Schwerhörige und Förderschulen für Hörgeschädigte, an denen unterschiedliche pädagogische Konzepte verfolgt wurden (vgl. Wisotzki 1994, S. 110ff.), wurden aufgrund der geringer werdenden Zahl an gehörlosen Schülerinnen und Schülern zur Förderschule mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation¹³ zusammengefasst, an der schwerhörige und gehörlose Lernende gemeinsam unterrichtet werden (vgl. Kaul & Becker 1999, S. 9, Große 2003, S. 36f.). Neben den Unterrichts- und Erziehungszielen, die an jeder Regelschule gelten, orientiert sich die sonderpädagogische Förderung an Förderschulen für Hörgeschädigte an weiteren Bildungsaufgaben, die aus der besonderen Situation hörgeschädigter Menschen resultieren. Dabei ist die Förderung des Hörens, der Sprache sowie der Kommunikation zentral, denn hörgeschädigte Kinder bringen „in vielen Fällen weder lautsprachlich noch gebärdensprachliche Kompetenzen auf einem Niveau mit, das mit dem hörender Schüler vergleichbar ist“ (Becker 2012, S. 106).

„Sonderpädagogische Förderung soll das Recht der Kinder und Jugendlichen mit Förderbedarf im Bereich des Hörens, der auditiven Wahrnehmung, des Spracherwerbs, der Kommunikation sowie des Umgehen-Könnens mit einer Hörschädigung auf eine ihren persönlichen Möglichkeiten entsprechende schulische Bildung und Erziehung verwirklichen. [...] Sie fördert vor allem den Spracherwerb und führt hin zur Sprachkompetenz. Sie verringert die Auswirkungen einer Hörschädigung und baut kompensatorische Fähigkeiten auf“ (KMK 1996, S. 3).

In Nordrhein-Westfalen sowie in einigen anderen Bundesländern werden keine spezifischen Lehrpläne für Förderschulen für Hörgeschädigte ausgegeben (vgl. Große 2003, S. 56). Aus diesem Grund gelten auch die Vorgaben für Regelschulen an Förderschulen. Im Hinblick auf die bereits geschilderten sprachlichen und kommunikativen Bedürfnisse hörgeschädigter Lernender ist anzunehmen, dass ein an Regelschulen orientiertes, zielgleiches Unterrichten eine große Herausforderung an Förderschulen für Hörgeschädigte darstellt.

¹³ Die Bezeichnung dieser Förderschulen in anderen Bundesländern lautet „Förderschule mit dem Förderschwerpunkt Hören“. Ausschließlich in Nordrhein-Westfalen wird bereits im Namen der Förderschule auf den besonderen Schwerpunkt der Unterrichts- und Erziehungsziele, der Förderung des Hörens sowie der Kommunikation, ausdrücklich betont.

Der Unterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte weist unter anderem aufgrund der Klassenstärke, der räumlichen Ausstattung, der Sitzordnung sowie der eingesetzten Kommunikationsmittel deutliche Unterschiede zum Unterricht an Regelschulen auf. Charakteristisch für Förderschulen für Hörgeschädigte ist eine Klassenstärke von sechs bis zwölf Schülerinnen und Schülern (vgl. Große 2003, S. 54, Spencer & Marschark 2010, S. 169), während an Regelschulen Lerngruppen von 25 bis 30 Schülerinnen und Schüler nicht unüblich sind. Die geringe Klassenstärke ermöglicht einerseits eine intensive Betreuung der Lernenden durch die Lehrperson und verringert andererseits Störlärm, sodass für die hörgeschädigten Lernenden optimierte akustische Bedingungen vorliegen. Weiterhin sorgen Besonderheiten der (räumlichen) Ausstattung sowie Hilfsmittel (Teppichbodenbelag, Höranlage, Einsatz weiterer Dämmmaterialien) für optimierte akustische Bedingungen (z.B. Wisotzki 1994, Diller & Graser 2005, Spencer & Marschark 2010). Daher sind an Förderschulen für Hörgeschädigte auch Lernende mit leichtem Hörverlust und höheren sprachlichen Fähigkeiten zu finden, die von den optimierten akustischen Bedingungen der Schulform profitieren und so das Unterrichtsgeschehen besser verfolgen können. Ebenfalls werden durch die charakteristische U-förmige Sitzordnung die Bedingungen für die visuelle Lautsprachperzeption geschaffen und durch das von der Lehrperson berücksichtigte Prinzip der Antlitzgerichtetheit (Zugewandtheit zum Sprecher/zur Sprecherin) unterstützt (vgl. Born 2009, S. 272f., Lindner 2009, S. 183). Zudem zeichnet sich das Sprachverhalten der Lehrperson durch eine normale Sprechweise, ein normales Tempo sowie eine normale Lautstärke, eine Rhythmisierung und Akzentuierung sowie durch das Verwenden von kurzen Sätzen und gezielte Nachfragen zum Sprachverstehen der Schülerinnen und Schüler aus. Aufgrund der anthropologischen Voraussetzungen hörgeschädigter Menschen planen die Förderschullehrkräfte bewusst Hör- und Absehpausen in den Unterrichtsverlauf ein (vgl. z.B. Leonhardt 1996, S. 22ff.), da diese ein erhöhtes Maß an Konzentration erfordert. Je nach Klassenzusammensetzung, Hör- sowie Sprachvermögen der Lernenden dominieren die Kommunikationsformen Lautsprache, Deutsche Gebärdensprache (DGS), lautsprachbegleitende (LBG) sowie lautsprachunterstützende Gebärden (LUG).

In der Regel erfolgt die Zusammensetzung der Lerngruppen anhand der Kriterien des Hörstatus', des Sprachvermögens sowie des Vorhandenseins von weiteren Förderbedarfen, was an den Förderschulen jedoch unterschiedlich gehandhabt wird (vgl. Große 2003, S. 41ff.). In einigen Schulen werden die Lerngruppen nach Hörstatus zusammengesetzt, sodass in einem Jahrgang meist eine gebärdensprachlich sowie eine lautsprachorientierte Klasse zu finden ist. Da nicht immer genügend gehörlose Schülerinnen und Schüler zur

Verfügung stehen, werden auch jahrgangsübergreifende Klassen mit ähnlichem Hörstatus und Sprachvermögen gebildet sowie gemischte Lerngruppen zusammengesetzt, in denen gehörlose und schwerhörige Lernende mit und ohne zusätzlichem Förderbedarf gemeinsam unterrichtet werden. In Anbetracht der unterschiedlichen Auswirkungen, die eine Hörschädigung auf die Sprachentwicklung und auf den Erwerb von Alltagserfahrungen haben kann, ist es denkbar, dass Lerngruppen an dieser Schulform als deutlich heterogener zu bezeichnen sind als Lerngruppen an Regelschulen. Daher bringen die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Voraussetzungen mit in den Unterricht, welche von der Lehrperson im Sinne der inneren Differenzierung zu berücksichtigen sind (vgl. Saalfrank 2009, S.71ff., Shaver et al. 2013, S. 214). Außerdem ist denkbar, dass hörgeschädigte Lernende mit großen sprachlichen Herausforderungen ihre Ideen im Unterricht sprachlich nicht immer äußern können und dass Lehr- und Lernmaterialien, je nachdem wie sich die Hörstörung auswirkt, für sie nicht immer erfahrbar sind. Daher ist es wichtig, die Lernenden durch geeignete Lehr- und Lernmaterial zu unterstützen sowie alternative Kommunikationsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen, um das Wissen der Lernenden hervorzubringen und um ihre Lernprozesse zu fördern (vgl. z.B. Claußen 1995, Schlenker-Schulte 2004).

Die Verbesserung der Hörgerätetechnik, diagnostischer Möglichkeiten sowie der Fördermaßnahmen hat nicht nur die Zusammenführung der Förderschulen für Schwerhörige und Gehörlose zur einer Schule für Hörgeschädigte begünstigt, sondern auch, dass immer mehr Lernende mit Hörschädigung außerhalb der Förderschule unterrichtet werden (vgl. Claußen 1995, S. 35, Leonhardt 2005, S. 163). Im Schuljahr 2012/2013 wurden in Nordrhein-Westfalen rund 120.000 Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf an inklusiven Schulen unterrichtet (vgl. MSW 2013, S. 9). Auch wenn sich der Anteil hörgeschädigter Lernender in der Inklusion in den letzten Jahren schnell entwickelt hat, wird anhand der Ergebnisse deutlich, dass sie im Vergleich zu Lernenden mit anderen Förderschwerpunkten (z.B. Lernen) seltener inklusiv beschult werden. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf Nordrhein-Westfalen, können aber für andere Bundesländer als ebenso repräsentativ angesehen werden (vgl. Abb. 2.5).

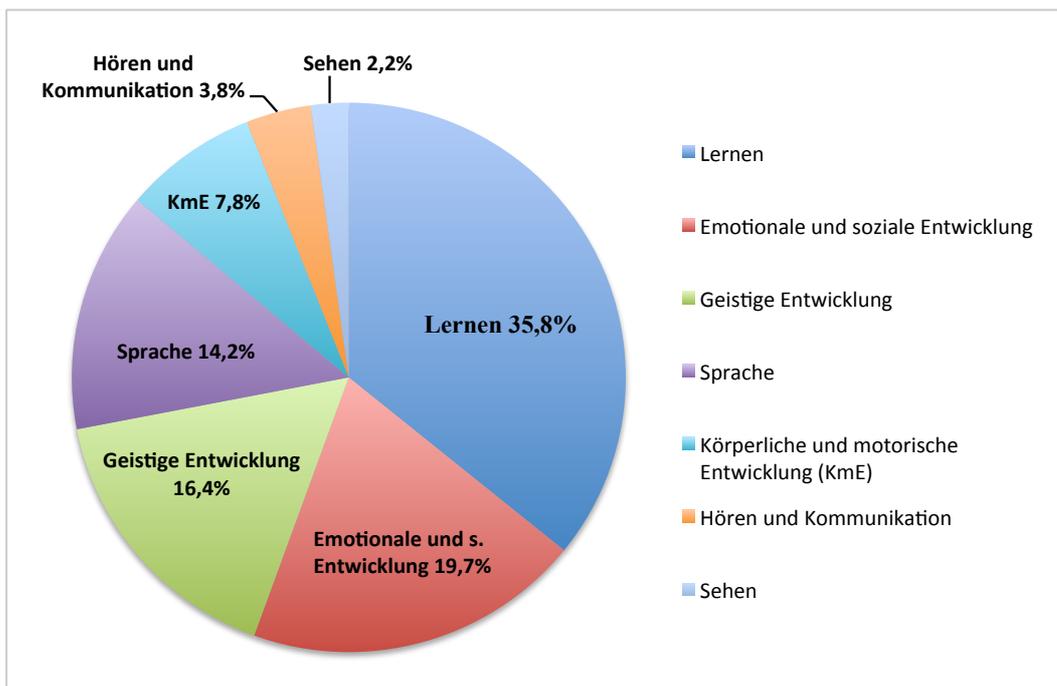


Abb. 2.5: Anteil der Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Nordrhein-Westfalen in inklusiven Schulen im Schuljahr 2012/13 nach MSW (2013)

Bei den rund 120.000 inkludierten Lernenden mit sonderpädagogischem Förderbedarf im Schuljahr 2012/13 handelte es sich nur zu 3,8% um Lernende mit einer Hörschädigung. Im Falle von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt Lernen sind es hingegen mehr als 35%. Zwar stellt die Gruppe der Lernbeeinträchtigten in absoluten Zahlen gesprochen die größte Gruppe unter den Lernenden mit Förderbedarf dar, jedoch werden nur 17% der hörgeschädigten Lernenden an inklusiven Schulen unterrichtet, während es beim Förderschwerpunkt Lernen fast 55% sind (vgl. MSW 2013, S. 11f.). Wie von Becker (2012) bereits angemerkt wurde, handelt es sich bei den Lernenden an Regelschulen um Lernende mit leichterem Hörverlust sowie entsprechenden lautsprachlichen Kompetenzen, was auch in englischsprachigen Aufsätzen bestätigt wird (vgl. Wisotzki 1994, S. 83, Antia, Kreimeyer & Reed 2010, S. 73, Becker 2012, S. 102).

„Both in the United States and in Australia students in general classrooms tend to have lesser degrees of hearing loss and therefore are more likely to be considered hard of hearing than deaf [...] although some require and are provided sign language interpreters“ (Spencer & Marschark 2010, S. 156).

Aufgrund der geringen Zahl an Forschungsergebnissen aus Deutschland werden an dieser Stelle weitere Ergebnisse zur inklusiven Beschulung hörgeschädigter Schülerinnen und

Schüler aus dem angloamerikanischen Raum einbezogen. Es sei allerdings darauf verwiesen, dass die Studienergebnisse aus dem angloamerikanischen Raum sich auf ein anderes Schulsystem und eine andere Gebärdensprache beziehen. Da zu erwarten ist, dass insbesondere gehörlose Lernende sowohl im angloamerikanischen Raum als auch in Deutschland aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu einer sprachlichen Minderheit vor ähnlichen Herausforderungen beim Lernen stehen, kann eine gewisse Transferierbarkeit auf das deutsche Schulsystem und die Deutsche Gebärdensprache erwartet werden. Ob dies aber zutrifft, soll mithilfe des vorliegenden Forschungsprojekts überprüft werden.

Aus zahlreichen Studien aus dem angloamerikanischen Raum ist bekannt, dass die Schulleistungen hörgeschädigter Schüler von den Leistungen hörender Schüler abweichen und dabei der Grad der Hörschädigung mit den Schulleistungen korreliert. Je höher der Hörverlust, desto größer der Abstand bezüglich der Schulleistungen von hörgeschädigten Lernenden und der von hörenden Mitschülerinnen und Mitschülern (vgl. Paul 1991, S. 126 ff., Spencer & Marschark 2010, S. 156, Antia, Kreimeyer & Reed 2010, S. 76, Richardson et al. 2010, S. 358), die sich häufig in offensichtlich sprachintensiveren Unterrichtsfächern zeigen (vgl. Große 2001, S. 150). Allerdings ist auch bekannt, dass die an Regelschulen unterrichteten Lernenden mit Hörschädigung bessere Leistungen erbringen als diejenigen, die an Förderschulen beschult werden (vgl. Stinson & Antia 1999, S. 171), was zunächst für das Potenzial der inklusiven Beschulung spricht.

„Academically, DHH students in general classrooms achieve better than DHH students in self-contained settings“ (Antia, Kreimeyer & Reed 2010, S. 89).

Allerdings sind Lernende mit Hörschädigung nicht immer in der Lage, den hohen Anforderungen der integrativen bzw. inklusiven Beschulung gerecht zu werden, sodass diese nicht selten wieder an die Förderschulen zurückkehren. Als einer der Hauptgründe für den Schulwechsel wird das geringe Sprachverstehen der hörgeschädigten Lernenden gesehen (vgl. Wisotzki 1994, S. 116, Antia, Saber & Stinson 2007, S. 158, Lindner 2009, S. 181f.), aber auch die geringe soziale Integration (vgl. Chilver-Stainer, Perrig-Chiello & Gasser 2015, S. 40). Somit hat sich die Sorge, „dass in den allgemeinen Schulen den hörgeschädigten Schülern mit ihren besonderen kommunikativen Bedürfnissen und Erfordernissen nicht ausreichend entsprochen werden“ (Leonhardt 2000, S. 11) in diesen Fällen bestätigt. Die festgestellten Mängel in der Berücksichtigung der Lernenden „verweisen zugleich auf mögliche Schwachstellen der schulischen Integration, die wiederum Ansätze zu Veränderungen sein können“ (Leonhardt 2005, S. 167). An dieser Stelle ist zu beachten, dass die

Schlussfolgerungen von Leonhardt (2005) sich zwar auf das schulische Konzept der Integration beziehen, sich aber auch für die inklusive Beschulung zeigen. So formulierte Becker (2012) in ihren „Qualitätsstandards für die Bildung hörgeschädigter Menschen“ unter anderem, dass eine umfassende Bildung von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung nur ermöglicht werden kann, „indem die Auswirkungen einer Hörschädigung auf die Lernentwicklung bei dem methodisch-didaktischen Vorgehen berücksichtigt werden“ (ebd. 2012, S. 104). Daher sollte auch das Bildungsangebot im Fachunterricht barrierefrei sein (vgl. Blochius & Helke 2010, S. 155). Weiterhin mag der Grund für den Schulwechsel der hörgeschädigten Lernenden zurück zur Förderschule sicherlich auch darin begründet liegen, dass derzeit kein (einheitliches) Konzept für die inklusive Beschulung vorliegt, das auf die Bedürfnisse von hörgeschädigten Lernenden abgestimmt ist. So ist es dringend erforderlich, die Lehrerinnen- und Lehrerbildung an den Universitäten dem neuen Schulsystem entsprechend zu verändern sowie unterrichtliche Maßnahmen zu ergreifen, durch welche Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigungen beim schulischen Lernen unterstützt werden können, wie aus den folgenden Zitaten hervorgeht.

„The shift towards educating more deaf and hard-of-hearing students in general classrooms early requires changes in teacher preparation for both general educators and those specializing in deaf education“ (Spencer & Marschark 2010, S. 153).

Welche Besonderheiten sich für das Lehren und Lernen von naturwissenschaftlichen Fächern im Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden ergeben, wird im folgenden Kapitel anhand von Studienergebnissen zur Situation hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht dargestellt werden. Aus diesen Erkenntnissen sollen idealerweise Hinweise abgeleitet werden, wie eine naturwissenschaftliche Grundbildung an hörgeschädigte Lernende vermittelt werden kann (vgl. Kapitel 2.6).

2.5 Hörgeschädigte Lernende im naturwissenschaftlichen Unterricht – nationale und internationale Perspektiven

Auch wenn in der Chemiedidaktik seit geraumer Zeit ein differenzierter Umgang mit heterogenen Lerngruppen gefordert wird, wurde das Lehren und Lernen von Chemie bzw. Naturwissenschaften an Förderschulen allgemein und speziell für Hörgeschädigte sowie an inklusiven Schulen in der nationalen Chemiedidaktik bisher kaum untersucht. Im anglo-

amerikanischen Raum hat die Forschung in diesem Themenbereich hingegen eine etwas längere Tradition, sodass hier auf mehr Forschungsergebnisse zurückgegriffen werden kann. Im folgenden Kapitel soll der nationale sowie internationale Stand der Forschung zur Förderung hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht vorgestellt werden. Auch wenn der Schwerpunkt des vorliegenden Kapitels auf der Situation hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht liegt, soll der Vollständigkeit halber auch auf nationale Studienergebnisse zu anderen Förderschwerpunkten in der Chemiedidaktik zumindest hingewiesen werden.

Poppendieker (1993) führt bereits am Beispiel des Sachunterrichtes an, dass mit Zunahme der Komplexität der Lerninhalte vor allem gehörlose Schülerinnen und Schüler an die Grenzen ihrer Kommunikationsfähigkeit in der Gebärdensprache geraten. In ihrem Aufsatz thematisiert sie die Notwendigkeit, das Erlernen von Fachbegriffen für gehörlose Grundschulkindern zu ermöglichen. Am Beispiel der Unterrichtseinheit „Schwimmen und Sinken“ zeigt sie vorhandene und für die Thematik relevante Fachgebärden auf. Dazu zählen die Gebärden für beispielsweise Trinkwasser, Sauerstoff, Luft, Auftrieb, Filter, Molekül, verdampfen und Volumen. Aufgrund der geringen Differenzierbarkeit erweisen sich jedoch nicht alle Gebärden als lernförderlich, da zum damaligen Zeitpunkt bis auf das Mundbild keine Unterscheidungsmerkmale zwischen den Gebärden für Luft und Sauerstoff vorlagen. Durch diese geringe Differenzierbarkeit der Fachgebärden, die der Komplexität des Gasbegriffs nur unzureichend gerecht werden, entstehen erwartungsgemäß Fehlvorstellungen sowie Missverständnisse. Um dieses zu verhindern, wird aktuell auf eine andere Gebärde für den Begriff Sauerstoff zurückgegriffen. Nach Poppendieker (1993) wurde die Gebärdensprache „bis vor wenigen Jahren in Bildungsbereichen nicht zugelassen. So konnte sich hier, in den fachspezifischen Bereichen, kaum ein Vokabular entwickeln“ (Poppendieker 1992, S. 14f.), wodurch der Entwicklungsbedarf an Fachgebärden verdeutlicht wird. Vermutlich handelt es sich dabei um einen Entwicklungsprozess, der Jahre andauern wird.

Abels (2005) und Hauptmeier (2006) führten im Rahmen ihrer Staatsexamensarbeiten in Kooperation eine Befragung mit Lehrenden und Lernenden von Förderschulen für Hörgeschädigte durch. Ziel dieser Befragung war eine Bestandsaufnahme vom Chemieunterricht an Hörgeschädigtenschulen. Dabei spielen vor allem eingesetzte Unterrichtsmethoden, Sozialformen sowie die chemische Fachsprache eine besondere Rolle. Aus der Befragung geht hervor, dass weniger als 50% der befragten Lehrenden ein naturwissenschaftliches Fach studiert haben (vgl. Abels 2005, S. 79). Weiterhin dominieren im Unterricht Demon-

strationsexperimente sowie die Laut- und die Schriftsprache, weniger die Verwendung der Gebärdensprache (vgl. ebd. 2005, S. 82). Weiterhin weist Abels (2005) auf den geringeren Stellenwert des Fachs hin, da „Chemie nur als Nebenfach angesehen [wird]“ (ebd. 2005, S. 87). Den Ergebnissen einer Befragung von hörgeschädigten Lernenden nach zu urteilen, handelt es sich aufgrund der Handlungsorientierung um ein beliebtes Unterrichtsfach. Allerdings weisen die Lernenden darauf hin, dass die Abstraktheit der Lerninhalte sowie die Sprache des Faches, welche für sie als schwierig zu erlernen empfunden wird, häufig am Verstehen von Chemie hindert (vgl. ebd. 2005, S. 92ff.). Abels (2005) weist ebenfalls darauf hin, dass Gebärden für einige Fachbegriffe nicht existieren, woraufhin von ihr entsprechende Vorschläge für Fachgebärden getätigt werden, die von den Lehrenden beurteilt werden sollten. Weiterhin plädiert sie für einen stärkeren Einsatz der Gebärdensprache im Unterricht.

„Schüler, die die Gebärdensprache besser als die Lautsprache beherrschen, sollten auch die Möglichkeit erhalten, sich Inhalte über ihre bevorzugte Sprache anzueignen“ (Abels 2005, S. 114).

Dieses Fazit ist wiederum vor dem Hintergrund des erst kurze Zeit später erfolgten Paradigmenwechsels zu betrachten, da die Gebärdensprache im Jahr der Fertigstellung der Examensarbeit erst als Sprache anerkannt wurde. Zum heutigen Zeitpunkt würde keinesfalls angezweifelt werden, dass die Einbeziehung der Gebärdensprache in jedem Unterricht notwendig und sinnvoll ist.

Hauptmeier (2006) legte in ihrer Staatsexamensarbeit den Schwerpunkt anders als Abels (2005) auf die Lehrenden. Aus den anthropologischen Voraussetzungen der hörgeschädigten Lernende sowie den Ergebnissen der gemeinsam mit Abels (2005) durchgeführten Befragung leitete sie unter anderem Hinweise für Lehrende ab, zu denen grundlegende Informationen bezüglich des Themas Hörschädigung sowie zur Hinwendung von Vereinfachung und Veranschaulichung von Lerninhalten zählen. Zudem griff sie von den Lehrenden geschilderte Kommunikationsprobleme im Unterricht auf, die durch die Mehrdeutigkeit von chemischen Fachbegriffe verursacht werden (vgl. Hauptmeier 2006, S. 75). Die von Abels (2005) und Hauptmeier (2006) durchgeführten Staatsexamensarbeiten geben bereits Hinweise auf einige interessante Aspekte, die zukünftig im Rahmen von Dissertationen oder anderen Forschungsprojekten spezifischer untersucht werden können. Zudem wäre es interessant festzustellen, welche Entwicklungen im Hinblick auf die gebärdensprachliche Förderung im Chemieunterricht zu verzeichnen sind. Denn zum Zeitpunkt die-

ser Untersuchungen „ist die Gebärdensprache erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit anerkannt und wird demnach noch nicht lange im Unterricht praktiziert. Dies macht deutlich, dass sich gebärdensprachliche und bilinguale Ansätze auch jetzt noch nicht durchgesetzt haben“ (Hauptmeier 2006, S. 82), was wiederum den Anmerkungen von Poppendieker (1992) entspricht. Außerdem wäre eine vertiefende Untersuchung der von ihnen angesprochenen Aspekte unter der Berücksichtigung verschiedener Erhebungsinstrumente sinnvoll, die über einen Fragebogen hinausgehen, um einen umfassenderen Einblick in das Untersuchungsfeld zu erhalten.

In der Staatsexamensarbeit von Adesokan (2010) wurde das Methodenwerkzeug Chemie-Foto-Story im Rahmen einer Fallstudie in einer jahrgangsübergreifenden Klasse 8/9 an einer Förderschule für Hörgeschädigte¹⁴ als alternative Form der Dokumentation von Experimenten eingesetzt. Adesokan (2010) kritisiert, dass bis dato keine ausreichende Verknüpfung zwischen den Fachbereichen der Sonderpädagogik und der Chemiedidaktik besteht. Mit ihrer Staatsexamensarbeit sollen „erste Überlegungen angestellt werden und Ansätze geliefert werden, [um] die Didaktik des Unterrichts mit Hörgeschädigten und die Chemiedidaktik miteinander zu verbinden“ (Adesokan 2010, S. 19). Das Methodenwerkzeug Chemie-Foto-Story, welches im Rahmen der Dissertation von Prechtel (2005) weiterentwickelt und im Hinblick auf geschlechtsspezifische Unterschiede untersucht wurde, fand bereits in verschiedenen Studien unter unterschiedlichen Gesichtspunkten Berücksichtigung (vgl. Reiners & Tomcin & Reiners 2009, Prechtel 2011, Groß 2013). Durch Chemie-Foto-Stories stellen Schülerinnen und Schüler durchgeführte Experimente in Form von Comics dar und setzen dabei sowohl schriftsprachliche als auch zeichnerische Elemente ein. Chemie-Foto-Stories erweisen sich durch den Zusatz der alternativen Darstellungsform des Zeichnens vor allem für die vorliegende Zielgruppe als wertvoll, da die Anregung der Schriftsprache bei hörgeschädigten Menschen zwar besonders wichtig ist, ihre Erwerbsmöglichkeiten jedoch begrenzt sind (vgl. Kapitel 2.4.4).

„Die Chemie-Foto-Story könnte für Hörgeschädigte einen spezifischen Mehrwert haben, da das Methodenwerkzeug neben der schriftsprachlichen Kommunikation auch noch die Möglichkeit der bildlich-zeichnerischen Kommunikation bietet [...] Verfügen die Schüler nur über unzureichende schriftsprachliche Kompetenzen, kann die Lehrperson die Gedanken der Schüler im Kontext, der durch das Zusam-

¹⁴ Im Folgenden wird aus pragmatischen Gründen der Lesbarkeit die Bezeichnung „Förderschule für Hörgeschädigte“ anstelle von „Förderschule mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation“ gewählt.

menspiel von Bild und Schrift ermöglicht wird, erschließen und so Rückschlüsse auf das Wissen der Schüler ziehen. So kann die Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern unterstützt werden“ (Adesokan, S. 28).

Die in diesem Auszug geschilderten Annahmen konnten durch die Ergebnisse der Fallstudie bereits bestätigt werden. Darüber hinaus können weitere Mehrwerte hinsichtlich eines besseren Lernens durch mehrkanaliges Lernen und eine doppelte Kodierung angenommen werden (vgl. Paivio 1990).

Im Rahmen der Dissertation hat Schmitt-Sody (2014) das Schülerlabor der Universität Erlangen-Nürnberg für Förderschulen mit den Förderschwerpunkten Hören und Kommunikation sowie Lernen geöffnet. Vor dem Hintergrund der Lernvoraussetzungen von Lernenden mit Förderbedarf war eine Adaption des Zeitplans, der Auswahl der Experimente, der Vorbereitung der betreuenden Studierenden sowie der Versuchsanleitungen des regulären Schülerlabors notwendig. Diese Veränderungen wurden auf Grundlage einer Befragung von Förderschullehrenden vorgenommen (vgl. Schmitt-Sody 2014, S. 90ff.).

„Durch die geringe Konzentrationsspanne – insbesondere bei Kindern mit Aufmerksamkeitsstörungen – an den Förderschulen zur Lernförderung bzw. den hohen Anforderungen hinsichtlich des Absehens und Hörens bei hörgeschädigten Kindern sind entsprechende Anpassungen notwendig“ (Schmitt-Sody 2014, S. 176ff.).

Zielgruppe des Schülerlabors waren Förderschüler der Jahrgänge 1 bis 6, welche durch das Schülerlabor erstmals an das Experimentieren herangeführt werden und bei ihnen Freude und Interesse am Experimentieren geweckt werden sollte. Es wurden Experimente rund um das Thema „Feuer, Wasser, Erde“ durchgeführt. Die Auswahl der Experimente wurde dem Vorwissen der Lernenden entsprechend ausgewählt und angepasst. Ferner wurden die Experimentieranleitungen sprachlich vereinfacht durch Abbildungen ergänzt sowie die Lerninhalte didaktisch reduziert. Zudem war zur Entschlackung des zeitlichen Ablaufs und des Schwerpunktes des Schülerlabors zugunsten der Durchführung von mehr Experimenten „eine Verkürzung des Laborbuchs erforderlich“ (Schmitt-Sody 2014, S. 231). Bei den Studierenden handelte es sich um Lehramtsstudierende, die das Schülerlabor im Rahmen eines Praktikums betreut haben. Da unter den Betreuenden weder Studierende für das Lehramt Sonderpädagogik noch für den speziellen Bereich der Gehörlosenpädagogik zu finden waren, verfügten die Studierenden auch nicht über Fähigkeiten in der Gebärdensprache sowie über Informationen der sonderpädagogischen Grundlagen. Aus diesem Grund war es er-

forderlich, die Studierenden in diesen Bereichen zu schulen (z.B. eingesetzte Sprache, Antlitzgerichtetheit, visuelle Lautsprachperzeption). Die Evaluation der Konzeption des Schülerlabors erfolgte anhand einer Interviewstudie¹⁵ mit 25 hörgeschädigten Kindern. Aus den Ergebnissen der Studie geht hervor, dass sich die Kinder eher an die Phänomene, weniger an die entsprechenden Erklärungen erinnern konnten (vgl. Schmitt-Sody, S. 232), was angesichts des Alters und der besonderen Lernumgebung nicht verwunderlich ist. Als ein weiteres Ergebnis der Dissertation konnte festgestellt werden, dass vor allem Lernende, die lautsprachbegleitende Gebärden verwenden, häufiger sprachliche Schwierigkeiten beim Beschreiben der Experimente hatten. Es wurde deutlich, dass ihnen der fachliche Unterschied zwischen den Phänomenen des Schmelzens und des Lösens nicht klargeworden ist. An dieser Stelle ist zu beachten, dass die Gebärden zu den angesprochenen Begriffen große Ähnlichkeiten aufweisen, sodass es leicht zu Verwechslungen kommen kann (vgl. Schmitt-Sody, S. 223ff.). Um diesem Defizit entgegenzuwirken, wurden einige Gebärden weiterentwickelt und bei einem gehörlosen promovierten Chemiker erfragt. Dazu zählen unter anderem die Gebärden zu den Begriffen Abdampfschale, Aktivkohle und Asche.

„Fehlende Gebärden sind für das NESSI-FÖSL deshalb gemeinsam mit einem gehörlosen promovierten Chemiker entwickelt worden bzw. einige aus dessen Wortschatz übernommen worden“ (Schmitt-Sody 2014, S. 228).

Zur Weiterentwicklung des Schülerlabors für Förderschulen gibt Schmitt-Sody (2014) an, dass die Lernerfolge der Schülerinnen und Schüler durch eine stärkere Visualisierung, einen vermehrten Gebärdeneinsatz, akustische Optimierung der Räumlichkeiten sowie inhaltliche Vereinfachung einiger Experimente verbessert werden könnte. Weiterhin müsse die Heterogenität der Lernenden im Vorwissen stärker berücksichtigt werden. Es wäre interessant, ob eine solche Lernumgebung in den regulären Unterricht der Sekundarstufe I transferiert werden kann und wie naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sowie der Erwerb der chemischen Fachsprache als konstitutive Elemente von Scientific Literacy gefördert werden können.

¹⁵ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass das Durchführen von Interviews mit hörgeschädigten Lernenden aufgrund der von Becker (2012) geschilderten geringen sprachlichen Fähigkeiten nicht nur in der deutschen Sprache, sondern auch in der Gebärdensprache eine Herausforderung darstellt. Es muss einerseits sichergestellt werden, dass die Interviewfragen für die Lernenden verständlich formuliert werden. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass die Lernenden gerade im fachsprachlichen Bereich aufgrund ihrer sprachlichen Fähigkeiten vermutlich nicht immer in der Lage sind, ihre Gedanken zum Ausdruck zu bringen, und dass Missverständnisse entstehen können.

Weiterhin liegen einige deutschsprachige Studien mit anderen Förderschwerpunkten vor, die der Vollständigkeit halber an dieser Stelle erwähnt werden sollen. Behrends & Bolte (2004) führten eine Befragung mit dem Titel „Zur Situation des Physik- und Chemie-Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen“ mit Schulleitern durch. In dieser Studie, die im Rahmen einer Staatsexamensarbeit stattgefunden hat, konnte ermittelt werden, dass kaum Chemieunterricht erteilt wird und dass biologischen Themen im Sachunterricht oder im Fachverbund Naturwissenschaften ein höherer Stellenwert zukommt. Langermann (2006) hat im Rahmen ihrer Dissertation die affektive und kognitive Rezeption von Experimenten bei Kleinkindern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung untersucht. Dabei zeigt sich, dass diese durch geeignete Experimente durchaus an eine naturwissenschaftliche Grundbildung herangeführt werden können, wobei sich mit zunehmender Komplexität der Lerninhalte verständlicherweise einige Grenzen aufgezeigt haben. Nach Wagner & Bader (2006) stehe der Chemieunterricht an Förderschulen „in der Zeit, in der Hochbegabtenförderung und Eliteuniversitäten die Diskussion prägen, nicht im Zentrum des Interesses“ (Wagner & Bader 2006, S. 111). In einer von ihnen durchgeführten Studie wurde aufgrund dessen der Chemieunterricht an den Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Lernen, Sprache sowie soziale und emotionale Entwicklung in Hessen problematisiert und analysiert. Im Rahmen der Untersuchung erfolgte zunächst eine Bestandsaufnahme durch eine Befragung mit 159 Förderschullehrenden unter anderem zur personellen, sachlichen und räumlichen Ausstattung. Aus den Ergebnissen ging hervor, dass der Unterricht zu 90% von Lehrenden ohne formale Hochschulausbildung im Fach Chemie durchgeführt wurde und die Ausstattung an den meisten Förderschulen als mangelhaft einzustufen ist (vgl. Wagner & Bader 2006, S. 112f.). Insbesondere aufgrund der Mängel in der Ausstattung werden folgende Probleme gesehen.

„Das heißt für lernzielgleich unterrichtende Förderschulformen [Förderschulen für soziale und emotionale Entwicklung sowie Sprache], dass Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf nicht auf dem Leistungsniveau allgemeinbildender Schulen unterrichtet werden können, für lerndifferenzierte Förderschulen [Förderschulen für Lernen], dass Schüler a priori von der Ausweitung der Förderung auf das Niveau allgemeinbildender Schulen (HS) ausgeschlossen sind“ (Wagner & Bader 2006, S. 113).

Wagner & Bader (2006) weisen darauf hin, dass ihre Ergebnisse zwar nur im Bundesland Hessen erhoben wurden, es aber wahrscheinlich ist, „dass die Situation des Chemie-

unterrichts an Förderschulen sich bundesweit wie geschildert darstellt“ (Wagner & Bader 2006, S. 114). Ob dies tatsächlich der Fall ist, könnte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Zur Verbesserung des Chemieunterrichts an Förderschulen wurden von Yahya & Bader (2008) folgende Maßnahmen angeboten: eine Fortbildung für Lehrende sowie ein Katalog über die materielle Mindestausstattung für den Chemieunterricht (vgl. Yahya & Bader 2008, S. 115). Anschließend wurden die Effekte der Fortbildung im Chemieunterricht in Form einer Videostudie überprüft, durch welche deutliche Verbesserungen dargestellt werden konnten. Der Hinweis auf die Mindeststandards der materiellen Ausstattung wird zwar als hilfreich eingeschätzt, allerdings ist anzunehmen, dass es einigen Förderschulen vermutlich an den finanziellen Mitteln zur Anschaffung der Materialien fehlt oder dem naturwissenschaftlichen Unterricht eine geringere Priorität eingeräumt wird, worauf bereits durch die Ergebnisse von Abels (2005) hingewiesen wurde. Krauß & Woest (2013) identifizieren Lehr- und Lernprozesse im Chemieunterricht an einem Förderzentrum ebenfalls mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Da diese Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist, können an dieser Stelle noch keine endgültigen Ergebnisse präsentiert werden. Derzeit begleitet und analysiert Abels (2014) den naturwissenschaftlichen Unterricht an einer Wiener Mittelschule, in der Lernende mit und ohne Förderbedarf gemeinsam unterrichtet werden. Dabei geht es um den Unterricht in einer Lernwerkstatt, in welcher die Lernenden angeregt werden, „zu eigenen naturwissenschaftlichen Fragestellungen [zu] kommen, die sie selbständig bearbeiten“ (Abels 2014, S. 1). Im Rahmen dieses Projektes soll die konkrete Unterrichtsgestaltung, die Zusammenarbeit der Lehrenden sowie die Lernprozesse und -fortschritte analysiert werden und Implikationen für die inklusive Praxis sowie für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung abgeleitet werden. Da es sich ebenfalls um ein laufendes Projekt handelt, können bis dato keine abschließenden Ergebnisse präsentiert werden.

Aus der Darstellung der wenigen nationalen Forschungsprojekte zum Lehren und Lernen von Chemie bei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf für Hörgeschädigte sowie anderen Förderschwerpunkten und im inklusiven Unterricht ist eine enorme Vielfalt in den Forschungsschwerpunkten und -designs und Herangehensweisen erkennbar. Den vorgestellten Projekten liegen unterschiedliche Förderschwerpunkte (Hören und Kommunikation, Lernen, Sprache, geistige Entwicklung), Altersstufen (Kleinkinder, Primarstufe, Sekundarstufe I), Lernumgebungen (inklusive Unterricht, Unterricht an einer Förderschule, außerschulischer Lernort, vorschulischer Unterricht, Fortbildung) und Informationsquellen (Lernende, Lehrende, Schulleiter) zugrunde. Diese Vielfalt zeigt zum einen

die Größe des von fachdidaktischer Forschung weitgehend unberührten Forschungsreichs auf, gibt aber zu anderen auch Hinweise auf die Notwendigkeit zukünftiger Forschungsarbeiten bezüglich dieser Thematik. Allerdings geben die Staatsexamensarbeiten von Abels (2005) und Hauptmeier (2006) sowie die Dissertation von Schmitt-Sody (2014) zum Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation einige interessante Ansatzpunkte und Hinweise, die im Rahmen eines weiteren Forschungsprojektes untersucht und vertieft werden können. Zudem liegt bisher noch keine Untersuchung vor, die im regulären Chemieunterricht an einer Förderschule für Hörgeschädigte durchgeführt wurde und die speziell auf die Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen im Chemieunterricht an einer Förderschule abzielt, bei der dem Experiment das Modell gleichwertig gegenübersteht. So soll in diesem Forschungsprojekt nicht nur die Förderung experimenteller Kompetenzen im Vordergrund stehen, sondern ebenfalls das naturwissenschaftliche Erklären.

Im Hinblick auf die angloamerikanischen Studien zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften bei hörgeschädigten Lernenden ist zu beachten, dass es sich im Gegensatz zu den nationalen Studien grundsätzlich um eine andere Ausgangssituation handelt. Dafür sind auf der einen Seite die verwendete Sprache und auf der anderen Seite das Schulsystem verantwortlich. Beispielsweise verwenden gehörlose Menschen in den Vereinigten Staaten nicht die Deutsche Gebärdensprache, sondern die American Sign Language (ASL), die im Gegensatz zur deutschsprachigen Variante sehr viel früher als vollwertige Sprache anerkannt wurde, sich seither stärker entwickelt hat und auch untersucht wird (vgl. Valli & Lucas 2000, Stokoe 2001). Aufgrund der früheren Anerkennung der American Sign Language haben sich für die Förderung hörgeschädigter Schülerinnen und Schüler sowie für deren Beschulung viel eher vielfältigere Möglichkeiten ergeben. Im Schulsystem der Vereinigten Staaten werden 80% der Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf inklusiv beschult, wobei auch anders als in Deutschland hörgeschädigte Lernende stark vertreten sind (vgl. Knoors & Marschark 2012, S. 131, Shaver et al. 2013, S. 213). Somit ist offensichtlich, dass die Studien einer anderen Ausgangssituation zugrunde liegen, unter anderem deshalb, weil diese häufig in inklusiven Lerngruppen durchgeführt wurden. Es ist zwar zu erwarten, dass eine Übertragbarkeit auf das deutsche Schulsystem möglich ist, dafür ist es allerdings notwendig, dieses im deutschsprachigen Raum durch entsprechende Studien zu überprüfen.

Die angloamerikanischen Studien in diesem Forschungsbereich beschäftigen sich mit den Leistungen hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht im Vergleich

zu gleichaltrigen hörenden Lernenden, der Beliebtheit der naturwissenschaftlichen Fächer, dem (Vor-)Wissen, den Lernschwierigkeiten und schließlich mit den Möglichkeiten der Förderung und besonderer Berücksichtigung hörgeschädigter Lernender.

Im Hinblick auf das Interesse weist Lang (1994) in einer frühen Studie darauf hin, dass naturwissenschaftliche Fächer bei hörgeschädigten Lernenden beliebt sind, ihre fachlichen Kompetenzen jedoch für eine höhere Ausbildung im naturwissenschaftlichen Bereich meist nicht ausreichen, obwohl das Interesse daran hoch ist (vgl. Lang 1994, S. 8ff.). Bezogen auf vorhandene Lernschwierigkeiten konnten verschiedene Aspekte herausgestellt werden, die im Folgenden dargestellt werden sollen. So wird von McIntosh et al. (1994) als Ursache für geringere fachliche Leistungen hörgeschädigter Lernender darauf hingewiesen, dass aufgrund der Auswirkungen der Hörschädigung weniger Möglichkeiten für informelles Lernen bestehen. Zudem wird angenommen, dass sie in offenen Lernumgebungen weniger gut naturwissenschaftlich arbeiten sowie weniger in der Lage sind, Problemlöseaufgaben zu bewältigen (vgl. McIntosh et al. 1994, S. 482). Von besonderem Interesse wäre es an dieser Stelle zu erfahren, worin die Ursachen dieser Ergebnisse liegen und welche Möglichkeiten zur Förderung von Konzeptverständnis herangezogen werden könnten. Barman & Stockton (2002) haben ein Online-Lernprogramm für den naturwissenschaftlichen Bereich an drei Schulen für Hörgeschädigte evaluiert. Dabei hat sich gezeigt, dass die Lernenden durch die multimediale Lernumgebung motiviert und daher weitgehend zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden konnten. Desweiteren hat sich herausgestellt, dass die Lernenden einige Schwierigkeiten damit haben, Hypothesen zu bilden und Erklärungen zu finden, allerdings konnten sie ihre Fähigkeiten im Laufe der Lerneinheit verbessern (vgl. Barman & Stockton 2002, S. 7). Die Frage nach den Ursachen für die Lernschwierigkeiten sowie Möglichkeiten zur Förderung konnte in dieser Studie jedoch nicht vollends beantwortet werden.

Lang et al. (2007) haben in einer Studie die American Sign Language auf naturwissenschaftliche Fachbegriffe hin untersucht. An dieser Stelle sei angemerkt, dass der Schwerpunkt der Analyse im Bereich der Biologie lag. Lang et al. (2007) weisen darauf hin, dass für rund 60% der naturwissenschaftlichen Fachbegriffe keine Begriffe in der Gebärdensprache vorhanden sind.

„The majority of scientific terms, approximately 60% of those we initially identified, have no published or recorded signs. The extent to which signs should be invented is also a question meriting further research“ (Lang et al. 2007, S. 78).

Zudem liegen häufig Gebärden vor, denen mehrere Bedeutungen zugrunde liegen. Die mit dem Fehlen der Fachgebärden einhergehenden Schwierigkeiten beim Lehren und Lernen werden dagegen geringer eingeschätzt, da sich aus Sicht von Lang et al. (2007) aus der Nutzung des Fingeralphabetes weitere Kommunikationsmöglichkeiten ergeben. Aus der Dissertation von Schmitt-Sody (2014), in welcher in Kooperation mit einem gehörlosen Chemiker neue Gebärden entwickelt bzw. erfragt wurden, geht hervor, dass Fachgebärden in der Deutschen Gebärdensprache ebenfalls nur in geringer Zahl vorhanden sind.

Marschark und Hauser (2008) haben in einer Untersuchung festgestellt, dass keine gravierenden Wissensunterschiede zwischen hörgeschädigten Kindern und hörenden Gleichaltrigen in niedrigen Jahrgangsstufen vorliegen. Sie geben an, dass bei den Lernenden ähnliche Präkonzepte über naturwissenschaftliche Phänomene vorliegen, was sich unabhängig vom Hörstatus bestätigt hat. Hingegen zeigen sich bei älteren Schülerinnen und Schülern deutliche Unterschiede.

„[That] younger deaf children have conceptions of scientific facts similar to those of their hearing peers, but that the scientific knowledge of deaf high school students tends to deviate significantly from hearing students“ (Marschark & Hauser 2008, S. 11).

So zeigen sich bei älteren Lernenden in höheren Jahrgangsstufen deutliche Wissensunterschiede, welche zum einen in der zunehmenden Komplexität der fachlichen Inhalte begründet liegen (vgl. Marschark & Hauser 2008, S. 10ff.). Zum anderen ist es ihnen nicht möglich, Unterrichtsgespräche und Demonstrationsexperimente gleichzeitig zu verfolgen, was dazu führen kann, dass die Lernenden weniger Wissen erwerben.

„One other potential barrier to deaf learners’ success may lie in difficulties inherent in using vision for both watching communication (whether signed or spoken) and attending to demonstrations and other visual experiences at the same time“ (Knors & Marschark 2014, S. 191).

Insgesamt zeigen die übereinstimmenden Ergebnisse der angloamerikanischen Forschungsergebnisse zum Lehren und Lernen von Naturwissenschaften im Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden derzeit, dass „deaf learners, on average, have been found lag behind hearing peers in science achievement [...], even when taught through hands-on science activities with limited verbal demands“ (Knors & Marschark 2014, S. 188). Bisher

konnte die Frage, wie die Lernenden im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden können, noch nicht abschließend beantwortet werden. An dieser Stelle sei bereits darauf hingewiesen, dass das alleinige Herabsetzen sprachlicher Anforderungen sowie die Betonung eines handlungsorientierten Unterricht in den Lernumgebungen für hörgeschädigte Lernende vermutlich deshalb nicht zu den gewünschten Ergebnissen geführt hat, da es die Sprache ist, die als eine wesentliche Voraussetzung für das Konzeptverständnis angesehen werden muss (vgl. Kapitel 2.2.1), wobei die Wirksamkeit spracharmer Lernumgebungen von den Autoren im folgenden Beitrag angezweifelt wird.

„Yet it is unclear whether such a focus [geringe sprachliche Anforderungen] can provide students with the level of understanding necessary to be able to identify foundational concepts and transfer understanding across related (and perhaps unrelated) domains“ (Knoors & Marschark 2014, S. 192).

Aus diesem Grund wäre es interessant zu identifizieren, auf welche Weise hörgeschädigte Lernende im Chemieunterricht gefördert werden können. Aus einer skandinavischen Studie von Roald (2002) gehen weitere Empfehlungen zum Einsatz von kooperativen Lernformen und zum Anfertigen von Versuchsprotokollen als Lern- und Behaltenshilfe hervor (vgl. Roald 2002, S. 57ff.). Um den Anforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht gerecht werden zu können, empfehlen Easterbrooks & Stephenson (2006) das Prinzip des Scaffolding. Scaffolding, zu Deutsch Baugerüst, beschreibt ein Hilfesystem, welches auf den Psychologen Lew Semjonowitsch Vygotsky (1896-1934) zurückgeht, das zunächst Lernhilfen bereitstellt, welche schrittweise reduziert werden mit dem Ziel, die „Zone der nächsten Entwicklung“ zu erreichen. Er lieferte damit die theoretische Grundlage des heutigen Verständnisses von Scaffolding, wie auch der folgende Beitrag verdeutlicht:

„This sociocultural approach to learning recognizes that with assistance, learners can reach beyond what they can do unaided, participate in new situations, and take on new roles. [...] This assisted performance is encapsulated in Vygotsky's notion of the zone of proximal development, or ZPD, which describes the 'gap' between what learners can do alone and what they can do with help from someone more skilled. This situated help is often known as 'scaffolding'“ (Gibbons 2009, S. 15).

Die Zone der nächsten Entwicklung (Zone of proximal development, kurz ZPD) stellt also die Differenz zwischen dem Niveau des selbstständigen Problemlösens und dem Niveau, das die Schülerinnen und Schüler unter Anleitung erreichen können.

Knors & Marschark (2014) sehen im Einsatz von neuen Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht ein großes Potenzial (vgl. ebd. 2014, S. 191).

Aus den bisher durchgeführten Studien konnten erste Hinweise darauf gewonnen werden, welche Lernschwierigkeiten bei Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig auftreten. In einigen Fällen sind die Ursachen für das Auftreten bestimmter Herausforderungen begründet worden, in anderen Fällen steht diese Erläuterung noch aus. Ebenfalls konnten nur wenige konkrete Implikationen für Fördermaßnahmen abgeleitet werden, die zu einer Verbesserung der Lernleistung heranzuziehen sind. Weiterhin fehlt es für die direkte Umsetzung im Unterricht bisher noch an konkreten Erfahrungen sowie Studienergebnissen, was aus dem folgenden Beitrag hervorgeht.

„Both science and mathematics are areas in which significantly more research and curriculum development are needed. Advances in these and related areas will require pre- and in-service training for teachers and other professionals in subject matter as well as the learning characteristics of deaf and hard-of-hearing students“ (Spencer & Marschark 2010, S. 152).

Entsprechend muss die Lehrerinnen- und Lehrerbildung an den Universitäten die Studierenden auf den Unterricht von Lernenden mit und ohne Förderbedarf vorbereiten (vgl. Norman, Caseau & Stefanich 1998, S. 127).

2.6 Konsequenzen

In den dargestellten theoretischen Grundlagen sollten auf Basis von Leitfragen mögliche Wege für die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung vor dem Hintergrund der aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem ergründet werden.

In Hinblick auf die zentralen Inhalte von Scientific Literacy wurden charakteristische Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie die chemische Fachsprache als Medium und Lerngegenstand hervorgehoben. Im Hinblick auf die naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zeigen sich insbesondere durch das Zusammenspiel von Theorie und Empirie die Chancen und gleichzeitig die Ursache für auftretende Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht (vgl. Kapitel 2.1). Weiterhin ist für das Erlernen von Chemie sowie für das Kommunizieren über chemische Inhalte die chemische Fachsprache

ausschlaggebend, was sich beispielsweise beim Verfassen von Versuchsprotokollen zeigt. Ebenfalls ergeben sich für die chemische Fachsprache ähnlich wie bei den naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen gerade durch die Spezifika aufseiten der Lernenden besondere Herausforderungen für den Erwerb derselben (vgl. Kapitel 2.2). Im Hinblick auf die Lehrenden, welche dafür verantwortlich sind, diese Inhalte didaktisch zu transformieren, sodass ein Beitrag zum Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung geleistet werden kann, stehen diese aufgrund der Hinwendung zu einem inklusiven Unterricht vor neuen Aufgabenfeldern und didaktischen Herausforderungen (vgl. Kapitel 2.3). Durch die gewünschte schnelle Umsetzung des Konzepts der schulischen Inklusion, wobei didaktische Grundlagen sowie Lehr- und Lernmaterialien nicht in ausreichender Form zur Verfügung stehen, ist es notwendig, Lehrende durch entsprechende Materialien sowie Studienergebnisse zu unterstützen, in denen die Auswirkungen der jeweiligen Förderschwerpunkte auf das Lehren und Lernen von Chemie thematisiert werden. Auf Grundlage dieser Informationen und identifizierten Fördermaßnahmen im Sinne der Differenzierung und individuellen Förderung kann der Weg zu einer inklusiven Praxis geebnet werden. Daher wurde am Beispiel hörgeschädigter Lernender in den sonderpädagogischen Grundlagen exemplarisch eine Lernerkiel vorgestellt, die zukünftig die Lernlandschaft an inklusiven Schulen prägen (vgl. Kapitel 2.4). Die sekundären Auswirkungen der Hörschädigung verdeutlichen, dass bei prälingual hörgeschädigten Menschen ein veränderter sprachlicher Zugang vorliegt und dass deren Lernvoraussetzungen im Unterricht durch entsprechende Differenzierungsmaßnahmen berücksichtigt werden müssen. Dabei steht zu erwarten, welche besonderen Herausforderungen sich für die Vermittlung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie den Erwerb der chemischen Fachsprache ergeben. Dass diese Thematik bisher von fachdidaktischer Forschung weitgehend vernachlässigt worden ist, konnte durch die Darstellung der bisherigen Studienergebnisse zur Situation hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht verdeutlicht werden (vgl. Kapitel 2.5). Die Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass die Leistungen hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht ausreichen, um sich auch außerhalb des schulischen Kontextes kompetent mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen zu können. Vor dem Hintergrund der geforderten Scientific Literacy ist es erforderlich, unabhängig davon, ob die sonderpädagogische Förderung an einer Förderschule oder im inklusiven Unterricht stattfindet, zur Förderung hörgeschädigter Lernender im Chemieunterricht beizutragen. Allerdings reichen die bisherigen Forschungsergebnisse nicht aus, um Lernumgebungen für hörgeschädigte Lernende zu entwickeln.

Die besonderen Maßnahmen sind auch deshalb notwendig, da Förderschulen für Hörgeschädigte meist über keine eigenständigen Curricula verfügen und somit die Lehrpläne der Regelschulen sowie die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen gültig sind. Die vorherrschende Kompetenzorientierung wird im Hinblick auf die Forderung nach einem inklusiven Schulsystem, welches sich hauptsächlich durch die Berücksichtigung individueller Fähigkeiten auszeichnen sollte, nicht unkritisch gesehen. Gerade diese aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem geben Anlass, den Widerspruch zwischen Individualisierung und Kompetenzorientierung durch eine offeneren und weniger verbindlicheren Formulierung der Vorgaben im Hinblick auf die Lernvoraussetzungen von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf, aufzulösen. Dass die in den theoretischen Grundlagen beschriebenen Vorgaben ihre Berechtigung haben, ist unbestritten. Jedoch werden diese im Rahmen des Forschungsprojektes vor dem Hintergrund der geschilderten Lernschwierigkeiten von hörgeschädigten Schülerinnen und Schülern lediglich als Rahmenkonzepte verstanden, wobei zu ergründen ist, auf welchen Wegen eine naturwissenschaftliche Grundbildung ermöglicht werden kann. Aufgrund der Auswirkungen der Hörschädigung, die für das Lehren und Lernen von Chemie bereits in Ansätzen aufgezeigt werden konnten, ist eine Wissenstransformation auf besondere Weise erforderlich. So sollte es Gegenstand fachdidaktischer Forschungsprojekte sein, Mittel und Wege zu identifizieren, die zur Förderung von Lernenden mit Hörschädigung beitragen. Diese Informationen können unabhängig vom Ort der sonderpädagogischen Förderung eine Grundlage dafür sein, entsprechende Lernumgebungen im Sinne der Differenzierung auch im inklusiven Kontext zu gestalten und damit den Weg zu einer inklusiven Beschulung zu ebnen.

3 Ziele des Forschungsprojektes

Wie bereits in den theoretischen Ausführungen der vorliegenden Arbeit betont wird, ist eine besondere Zuwendung zur Unterstützung von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung im naturwissenschaftlichen Unterricht erforderlich, um den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zu unterstützen (vgl. Kapitel 2.6). Dieser Bedarf, der von McGinnis mit „making science more accessible and relevant to students with special needs“ (McGinnis 2013, S. 44) formuliert wurde, geht mit der Forderung zur Entwicklung eines inklusiven Schulsystems einher. Die dazu erforderlichen Studien zu den fachspezifischen Herausforderungen von Lernenden mit Hörbeeinträchtigung sowie zu Gestaltungshinweisen geeigneter Lernumgebungen im Chemieunterricht liegen bisher nur in geringer Zahl vor (vgl. Kapitel 2.5), wobei die Existenz entsprechender Anhaltspunkte für eine erfolgreiche inklusive Beschulung entscheidend ist:

„It is argued that at the end the success and failure of inclusive education depends on the strategies and practices that teachers in ordinary classrooms use to deal with the heterogeneous class with a variety of learners“ (Meijer 2010, Abstract).

Um Lernenden mit Hörschädigung im naturwissenschaftlichen Unterricht besser gerecht werden zu können, ist die diagnosegeleitete Förderung (vgl. Grohnfeldt 2009, S. 77) sowie die Entwicklung innovativer Unterrichtskonzepte verstärkt in den Fokus chemiedidaktischer Forschung zu rücken. So können neben Förderschullehrkräften insbesondere Lehrende an inklusiven Schulen von detaillierten Informationen zu den Auswirkungen der Hörschädigung auf das Lehren und Lernen von Chemie sowie von geeigneten Unterrichtsmaterialien profitieren, um differenzierte Lernsituationen zur Wissenstransformation zu gestalten (vgl. Kapitel 2.3).

Das explorative Forschungsprojekt beabsichtigt daher, Fördermaßnahmen für den Chemieunterricht zu entwickeln, die auf die Herausforderung von Lernenden mit Hörbeeinträchtigungen abgestimmt sind. Dafür geeignete Förder- und Lernsituationen werden im Chemieunterricht vornehmlich durch die naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen wie dem Experimentieren und Modellieren geschaffen (vgl. Kapitel 2.1), durch die eine intensive und mehrkanalige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten ermöglicht wird. Weiterhin stellt die Förderung der chemischen Fachsprache eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb von Scientific Literacy dar (vgl. Kapitel 2.2). Das Forschungs-

projekt, welches in drei aufeinander aufbauende Phasen gegliedert ist, ist durch eine starke Anbindung an die Schulpraxis und den damit verbundenen Akteurinnen und Akteuren charakterisiert (vgl. Abb. 3.1).

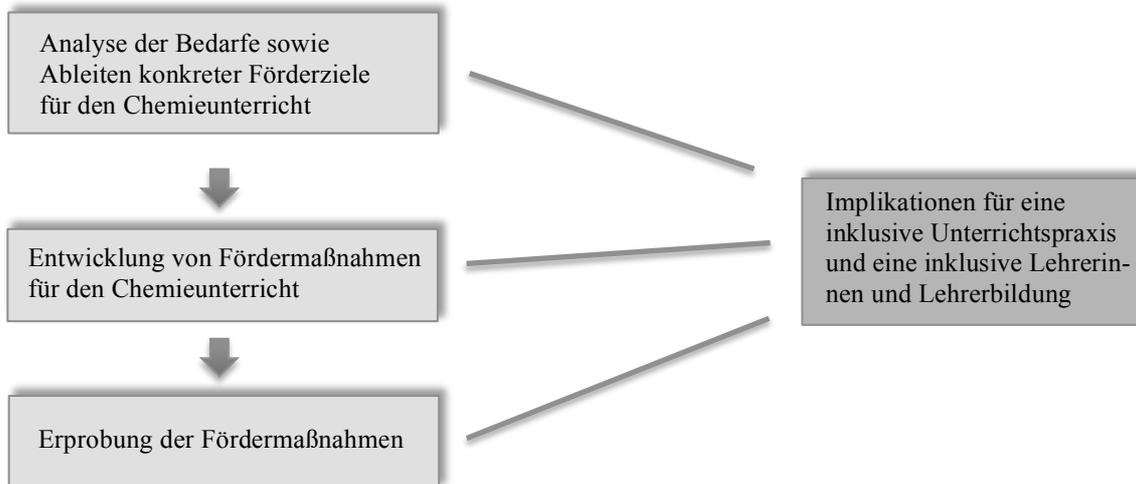


Abb. 3.1: Projektüberblick in Anlehnung an das Modell zur diagnosegeleiteten Förderung nach Grohnfeldt (2009)

Der praxisnahen Herangehensweise, in der fachspezifische Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht wahrgenommen und abgeschwächt werden sollen, liegt die Absicht zugrunde, die unterrichtspraktische Relevanz der Studie und der daraus resultierenden konzeptionellen Ansätze zu erhöhen. Der erste Arbeitsschritt der diagnosegeleiteten Förderung ist in der ersten Projektphase anzusiedeln. Diese Phase dient dem Problemaufriss und widmet sich zunächst der Diagnose fachspezifischer Lernschwierigkeiten von Lernenden mit Hörschädigung im Chemieunterricht sowie der Analyse des Bedingungsfeldes, in dem das Lernen stattfindet. Daraufhin werden als Konsequenz konkrete Förderziele und Forschungsfragen abgeleitet (vgl. Kapitel 4). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse werden im Hinblick auf den zweiten Arbeitsschritt der diagnosegeleiteten Förderung konkrete Fördermaßnahmen entwickelt, um den Herausforderungen beim Lernen von Chemie zu begegnen (vgl. Kapitel 5). Daran anschließend erfolgt die Darstellung der praktischen Erprobung, anhand derer es zu beurteilen gilt, ob die entwickelten Maßnahmen zum Erreichen der Forschungsziele tatsächlich beitragen (vgl. Kapitel 6), was dem dritten Arbeitsschritt der diagnosegeleiteten Förderung entspricht. Perspektivisch gesehen sollen vor allem die zur Gestaltung der Maßnahmen genutzten didaktischen Prinzipien Anschlussmöglichkeiten für einen inklusiven Unterricht sowie Implikationen für eine inklusive Lehrerinnen- und Lehrerbildung bieten.

4 Analyse der Bedarfe im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte

Im Anschluss an die Darstellung des theoretischen Rahmenkonzeptes und der Forschungsziele werden im folgenden Kapitel die methodische Vorgehensweisen dargestellt und begründet sowie die Ergebnisse der explorativen Studie präsentiert. Aus den Erkenntnissen der ersten Projektphase, in welcher den ersten beiden Arbeitsschritten der diagnosegeleiteten Förderung nachgegangen wird (vgl. Kapitel 3), werden sodann entsprechende inhaltliche und methodische Konsequenzen für die Durchführung der Studie abgeleitet und Forschungsfragen generiert, die im weiteren Verlauf des Projektes fokussiert werden sollen.

4.1 Begründung des Vorgehens in der Untersuchung

Um Fördermaßnahmen entwickeln zu können, die auf die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigungen abgestimmt sind, gilt es zunächst einmal zu ermitteln, vor welchen fachspezifischen Herausforderungen die Lernenden im Chemieunterricht stehen. Wie bereits in den theoretischen Grundlagen dargestellt, reichen die bisher vorliegenden Forschungsergebnisse nicht aus, um entsprechende Fördermaßnahmen entwickeln zu können (vgl. Kapitel 2.6). Aus diesem Grund zielt die vorliegende Studie darauf ab, die Lernschwierigkeiten von hörgeschädigten Lernenden zu ermitteln, um anschließend möglichst konkrete Angaben zur Entwicklung von Fördermaßnahmen zu erhalten. Im Rahmen einer explorativen Studie sollen die Rahmenbedingungen des Chemieunterrichtes sowie Problem- und Bedarfsbereiche zunächst breit erfasst werden, um ein möglichst umfassendes Bild des Untersuchungsgegenstandes zu erhalten. Anschließend werden markante Aspekte der identifizierten Bedarfe verstärkt in den Fokus gerückt. Aufgrund der Neuheit der zu behandelnden Thematik ergeben sich allerdings für den Ausgangspunkt chemiedidaktischer Forschung unterschiedliche Zugänge und Perspektiven. Die Optionen für die denkbaren Herangehensweisen betreffen dabei insbesondere den Untersuchungsort und den konkreten Untersuchungsgegenstand.

Die Durchführung einer Studie im inklusiven Unterricht oder an einer Förderschule für Hörgeschädigte als Untersuchungsort vermag zweifelsohne in beiden Fällen interessante und ertragreiche Ergebnisse für die chemiedidaktische Forschung erbringen. Die Auswahl

einer inklusiven Schule als Untersuchungsort wäre insofern vorteilhaft, als dass es sich allem Anschein nach um die Schulform handelt, die sich zukünftig gegenüber Förderschulen durchzusetzen und zunehmend an Bedeutung zu gewinnen scheint (vgl. Huber & Wilbert 2012, S. 148). Eine solche Studie könnte bereits erste Erkenntnisse über die gegenwärtige Umsetzung eines inklusiven Chemieunterrichtes hervorbringen, woraufhin Strategien zur Weiterentwicklung und gegebenenfalls Optimierung der Lernarrangements auf direktem Weg abgeleitet werden könnten. Um tatsächliche Aussagen über fachspezifische Unterstützungsbedarfe von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung sowie Möglichkeiten zur Förderung treffen zu können, stellt das Vorhandensein der Zielgruppe an inklusiven Schulen in ausreichender Zahl eine notwendige Bedingung für die Wahl des Untersuchungsortes dar. Wie bereits in den theoretischen Ausführungen dargestellt, liegen für die relativ junge Schulform der inklusiven Schule derzeit keine aussagekräftigen Handreichungen sowie ausreichende Ressourcen (z.B. sonderpädagogisches Fachpersonal, Ausstattung) zur praktischen Umsetzung einer inklusiven Beschulung im Fachunterricht vor (vgl. Kapitel 2.3.2). Dieser Fehlbeitrag führt vermutlich dazu, dass sich inklusive Schulen derzeit deutlich in ihren unterrichtlichen Realitäten unterscheiden und Lernende mit Hörschädigung dort nur vereinzelt beschult werden (vgl. Kapitel 2.4.5). Demgegenüber wäre es durch eine Untersuchung an einer Förderschule für Hörgeschädigte aufgrund der höheren Lernerichte möglich, detaillierte Erkenntnisse über den bisherigen Chemieunterricht an Förderschulen zu erhalten, um anschließend Voraussetzungen zu formulieren, die im Rahmen einer inklusiven Beschulung zur Unterstützung der Lernenden gegeben sein müssten. Auf diese Weise könnte auch der Weg zur inklusiven Beschulung für Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung bereitet werden. Weiterhin verfügen die praktizierenden Förderschullehrkräfte über einen Erfahrungsschatz im Hinblick auf individuelle Förderung sowie über hohe diagnostische Kompetenzen, deren Erwerb im Studium der Sonderpädagogik im Gegensatz zum Regelschullehramt in Deutschland als fester Bestandteil verankert ist (vgl. Huber 2012, S. 229). Von diesen Erfahrungen und Erkenntnissen könnten wiederum Lehrkräfte an inklusiven Schulen profitieren, die in der Regel über keine sonderpädagogische Ausbildung verfügen und aufgrund der aktuellen Veränderungen im Bildungssystem dazu angehalten sind, Lernumgebungen für alle Schülerinnen und Schüler zu gestalten (vgl. Kapitel 2.3.3) und zum Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung beizutragen. Aus diesen Gründen scheint die Durchführung einer Studie an einer Förderschule für Hörgeschädigte für das Erreichen der zugrunde liegenden Forschungsziele zunächst ertragreicher. Ferner werden aus den Ergebnissen der Studien Mehrwerte nicht nur

für Förderschulen, sondern auch inklusive Schulen erwartet, indem eine Übertragung der erzielten Forschungsergebnisse auf den Kontext inklusiver Schulen vorgenommen wird. Sollte sich zukünftig die Zahl von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung in der inklusiven Beschulung erhöhen, könnten entsprechenden Fragestellungen auch an dieser Schulform nachgegangen werden.

Um konkrete Informationen zur Entwicklung geeigneter Fördermaßnahmen für Lernende mit Hörschädigung im Chemieunterricht zu generieren, ist sowohl die Einbeziehung der Lernerperspektive als auch die Sichtweise der Lehrenden als Untersuchungsgegenstand denkbar. Da in der vorliegenden Arbeit im Hinblick auf die langfristige Perspektive der inklusiven Beschulung großes Interesse an der methodischen und didaktischen Ausgestaltung des bisherigen Chemieunterrichts an Förderschulen für Hörgeschädigte besteht, erfolgte der Zugang zur vorliegenden Thematik initial über praktizierende Förderschullehrkräfte, die für die Gestaltung der Lernarrangements maßgeblich verantwortlich sind. Ein weiterer Anlass für diese Wahl ist, dass aufgrund datenschutzrechtlicher Bestimmungen eine direkte Kontaktaufnahme zu den Lehrkräften aus pragmatischer Sicht im Vergleich zu den Schülerinnen und Schülern eher möglich ist. Zudem kann die Durchführung einer Untersuchung mit Lernenden ohne die Zustimmung der Lehrkräfte nicht erfolgen und erst durch die Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler eine authentische Darstellung der Lehr- und Lernsituationen erfolgen. Um dieser multiperspektivischen Betrachtungsweise, welche diese Thematik erfordert, dennoch gerecht zu werden, erfolgt die Einbeziehung der Lernerperspektive zu einem späteren Zeitpunkt.

4.2 Untersuchungsleitende Fragestellungen der Studie

Im Hinblick auf die steigenden Anforderungen an die Lehrenden, die mit der Umsetzung eines inklusiven Schulsystems verbunden sind (vgl. Kapitel 2.3), können detaillierte Informationen zu den Auswirkungen eines jeweiligen Förderschwerpunktes auf das Lehren und Lernen von Chemie und Einblicke in Gestaltung von Lernarrangements an Förderschulen zur Weiterentwicklung der inklusiven Unterrichtspraxis beitragen. Um sich der bisher von fachdidaktischer Forschung weitgehend unberührten Thematik anzunähern, empfiehlt sich für eine erste Herangehensweise die Formulierung breitgefächerter Untersuchungsfragen. Aus den Untersuchungsfragen werden sodann „die strategischen Überlegungen entwickelt, die schließlich in das Konzept für die empirische Erhebung münden“

(Gläser & Laudel 2009, S. 63). Aus diesem Grund liegen der vorliegenden Studie folgende untersuchungsleitende Fragestellungen zugrunde:

- U1: Welche allgemeinen Rahmenbedingungen liegen an Förderschulen für Hörgeschädigte vor?*
- U2: Was sind Problem- und Bedarfsbereiche der Lernenden mit Hörschädigung im Chemieunterricht?*
- U3: Welche Lehr- und Lernmaterialien werden von den Förderschullehrkräften im Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden eingesetzt?*
- U4: Welche Empfehlungen geben die Förderschullehrkräfte zur Entwicklung eines Förderkonzeptes für den Chemieunterricht?*

Um die genannten Untersuchungsfragen beantworten zu können, wird eine Studie durchgeführt, die sich durch eine stark explorative Vorgehensweise auszeichnet. Die Studie zielt darauf ab, eine erste Klärung und Gliederung der Thematik vorzunehmen und zunächst die Lernschwierigkeiten zu diagnostizieren. Anschließend werden weiterführende Forschungsfragen generiert, anhand derer konkreten Förderzielen nachgegangen werden soll.

4.3 Methoden

In Kapitel 2.5 sind bereits aktuelle Studienergebnisse zusammengefasst, die den naturwissenschaftlichen Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden thematisieren. Die Untersuchungen, welche zumeist aus dem angloamerikanischen Raum stammen, haben wiederholt den Bedarf empirischer Studien zu dieser Thematik betont, da diese bisher nur in geringer Zahl vorhanden sind (vgl. Kapitel 2.5). Die Studie zielt darauf ab, erste Erkenntnisse über den Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden zu erhalten und die bisherigen Ergebnisse um eine Perspektive aus dem deutschen Schulsystem zu ergänzen. Ferner soll diese Studie dann als Grundlage für die Durchführung weiterer Untersuchungen und zur Entwicklung geeigneter Lehr- und Lernmaterialien dienen.

Zur Bearbeitung dieser in der Didaktik der Naturwissenschaften weitgehend unbehandelten Thematik bietet sich für einen ersten Zugang grundsätzlich ein offener Forschungsansatz an, der eher zur Generierung weiterführender Forschungsfragen sowie Hypothesen führt und weniger dem Zweck der Hypothesenprüfung dient. Aufgrund der „Explorationsfunktion der qualitativen Sozialforschung“ (Lamnek 2010, S.20), die sich durch eine be-

sondere Offenheit gegenüber dem Untersuchungsgegenstand auszeichnet, wird dieser Ansatz für das vorliegende Forschungshaben ausgewählt.

Um ein möglichst breites Verständnis für die zu behandelnde Thematik zu entwickeln und gleichzeitig den Qualitätskriterien qualitativer Forschung entsprechen zu können, werden im Rahmen dieser Untersuchung verschiedene Erhebungsinstrumente eingesetzt, miteinander trianguliert und formativ evaluiert. Triangulation beschreibt eine Forschungsstrategie, bei der zur Analyse eines Forschungsgegenstandes grundsätzlich unterschiedliche Perspektiven eingenommen werden. Diese Vorgehensweise findet in der qualitativen Forschung eine immer häufigere Anwendung, da durch den Einsatz des Verfahrens „auf eine Steigerung der Validität der Ergebnisse gezielt wird“ (Schründer-Lenzen 2010, S. 149). Weiterhin wird die Triangulation auch zunehmend als Methode zur Generalisierung von Forschungsergebnissen eingesetzt. Für diese Studie wird eine spezielle Form des Verfahrens gewählt, nämlich die Triangulation zwischen verschiedenen methodischen Zugängen („between-method“), die sich von anderen Formen, z.B. der Triangulation innerhalb einer Methode („within-method“) oder der Triangulation nach Daten, unterscheidet (vgl. Flick 2009, S. 318). Durch die gewählte Form der Triangulation kann die explorative Vorgehensweise des Forschungsvorhabens unterstützt werden:

„Aufschlussreich wird die methodische Triangulation, wenn darüber komplementäre Ergebnisse erzielt werden, d.h. einander ergänzende Ergebnisse, die ein breites, umfassenderes oder ggf. vollständigeres Bild des untersuchten Gegenstandes liefern“ (Flick 2011b, S. 49).

Die Untersuchungsfragen der vorliegenden Studie (vgl. Kapitel 4.2) sollen durch die Kombination von drei aufeinander aufbauenden Forschungsschritten beantwortet werden, in denen die formative Vorgehensweise deutlich wird. In einem ersten Schritt erfolgt ein allgemeiner Problemaufriss mithilfe eines offenen Fragebogens, der auf eine erste Strukturierung des Untersuchungsfeldes abzielt (vgl. Kapitel 4.3.1). Im nächsten Schritt werden auf Grundlage dieser ersten Erkenntnisse ausgewählte Aspekte in Leitfadeninterviews in einem spezifischen Problemaufriss vertieft (vgl. Kapitel 4.3.2). Abschließend werden die bis dahin erzielten Resultate durch die systematische Analyse von Unterrichtsstunden an Förderschulen für Hörgeschädigte mithilfe verschiedener Erhebungsinstrumente überprüft und tiefere Einblicke in die schulische Praxis gewonnen (vgl. Kapitel 4.3.3). Die Erhebungsinstrumente basieren wiederum auf den Ergebnissen der ersten beiden Forschungsschritte, wodurch sich die formative Vorgehensweise widerspiegelt. So werden die

Erkenntnisse der vorherigen Untersuchungen jeweils verwendet, um eine Formierung, eine Weiterentwicklung der nachfolgenden Forschungsschritte vorzunehmen (vgl. Clarke & Dawson 1999, S. 7ff., Flick 2006, S. 14). Diesen Darstellungen werden Angaben zur Aufbereitung sowie die Auswertung der Daten mit der qualitativen Inhaltsanalyse angeschlossen (vgl. Kapitel 4.3.4 und 4.3.5).

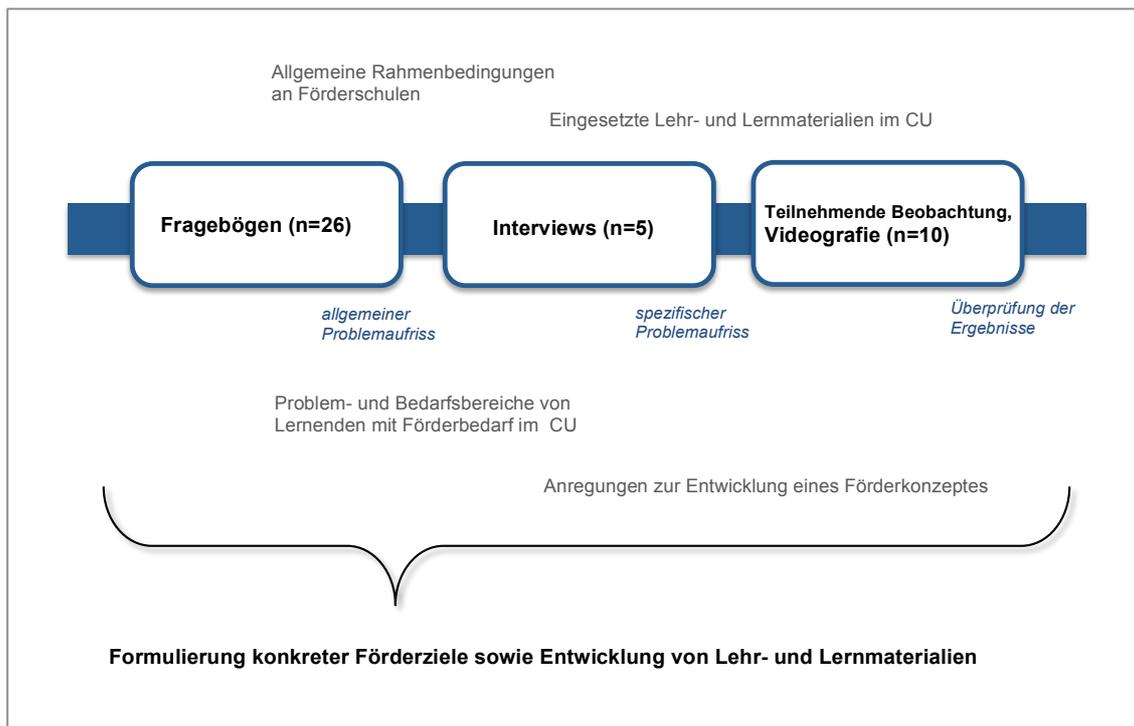


Abb. 4.1: Design der Studie zur Analyse der Bedarfe

4.3.1 Fragebogen

Bei einem Fragebogen handelt es sich um ein Instrument zur schriftlichen Befragung, das in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen häufig zur Erfassung von Einstellungen, Interessen, Meinungen sowie Persönlichkeitsmerkmalen eingesetzt wird. Fragebögen werden in ihrer ursprünglichen, d.h. in geschlossener Form traditionellerweise im Bereich der quantitativen Forschung zur Hypothesentestung eingesetzt (z.B. Gerrig & Zimbardo 2008, Esser 2011). Die Konstruktion sowie der Einsatz geschlossener Fragebögen sind in der einschlägigen Literatur zur Methodenlehre bereits umfassend dokumentiert worden (vgl. Bühner 2011, Moosbrugger & Kelava 2012). Auch wenn in der Literatur entsprechende Hinweise zur Anwendung von Fragebögen in der qualitativen Forschung kaum vorhanden

sind, stellen diese auch in dieser Forschungsrichtung ein gängiges Erhebungsinstrument dar (vgl. Mayring & Brunner 2010, S. 323). Da das *Prinzip der Offenheit* jedoch ein wesentliches Charakteristikum der qualitativen Sozialforschung darstellt, wird in dieser Forschungsrichtung weniger auf geschlossene, sondern verstärkt auf offene Erhebungsverfahren zurückgegriffen (vgl. Lamnek 2010, S. 19f.). Offene Fragebögen werden von den befragten Personen vollständig ausgefüllt und geben im Gegensatz zu geschlossenen Formaten keine Antwortmöglichkeiten zur Auswahl vor. Diese Form der Befragung wird insbesondere bei Untersuchungsgegenständen empfohlen, zu denen bisher nur wenige Forschungsergebnisse vorliegen (vgl. Bortz & Döring 2009, S. 213).

Fragebögen werden in der Regel per Post oder per E-Mail an die zu befragenden Personen geschickt mit der Bitte, diesen auszufüllen und zurückzusenden. Da die Beantwortung von Fragebögen im Vergleich zur mündlichen Befragung häufig als anonym wahrgenommen wird, ist es denkbar, dass die befragten Personen offener und ehrlicher und somit weniger nach *sozialer Erwünschtheit* auf die gestellten Fragen antworten (vgl. Schnell, Hill & Esser 2008, S. 355ff.). Andererseits bringen mündliche Befragungen den Vorteil mit sich, dass auf Verständnisprobleme und Nachfragen der befragten Personen eingegangen werden kann, was in einer schriftlichen Befragung kaum möglich ist. Aus diesem Grund sind die Eindeutigkeit der Fragestellungen und Instruktionen des Fragebogens besonders wichtig. Zudem empfiehlt es sich, den Fragebogen zuvor zu erproben, um das Vorhandensein missverständlicher Formulierungen zu identifizieren (vgl. Lienert & Raatz 1998, 52f.).

Mit dem Ziel, die formulierten Untersuchungsfragen (vgl. Kapitel 4.2) initial beantworten zu können, wird von der Autorin ein Fragebogen für den allgemeinen Problemaufriss entwickelt. Der Fragebogen enthält vier Fragen und richtet sich an Chemielehrende der Förderschulen Hören und Kommunikation (vgl. Anhang, S. 366). Im Zentrum des Fragebogens steht die Fragestellung zu den wahrgenommenen Problemen und Bedarfen, die aus der Sicht der Lehrenden im Chemieunterricht vorliegen:

„Welche Schwierigkeiten sehen Sie in der Vermittlung chemischer Inhalte an Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung?“

Die weiteren Fragestellungen richteten sich unter anderem an die im Chemieunterricht eingesetzten Maßnahmen zur Förderung der Kommunikation, deren Berücksichtigung an Förderschulen dieser Ausrichtung neben der Förderung der Hörfähigkeit eine zentrale Rolle in der Beschulung hörgeschädigter Lernender einnimmt (vgl. Kapitel 2.4.5). Der Frage-

bogen wird weiterhin um die Fragestellung nach dem grundsätzlichen Interesse an den Ergebnissen der Befragung ergänzt. Mit dem Vorhaben, eine langfristige Kooperation mit den befragten Lehrkräften aufzubauen, wird der Fragebogen aufgrund der geografischen Nähe zum Standort Köln an verschiedene Förderschulen für Hörgeschädigte in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hessen und Rheinland-Pfalz geschickt. Anhand der Internetseiten der Landschaftsverbände werden zunächst die Kontaktdaten der Förderschulen ermittelt, die im Rahmen der Untersuchung angeschrieben werden sollten. Da auf den Internetseiten der Förderschulen tendenziell keine Angaben zu den Fächerzuordnungen der Lehrkräfte vermerkt sind, wird die Zahl der praktizierenden Chemielehrkräfte durch eine telefonische Vorbefragung des Personals der Schulsekretariate ermittelt. Aus dieser Vorbefragung geht hervor, dass an den Schulen ein bis maximal zwei Lehrende für das Fach Chemie vorhanden sind, wobei eine große Zahl der Lehrenden dafür formal nicht ausgebildet ist, worauf bereits von Wagner & Bader (2006a) im Hinblick auf die Förderschulen Lernen, Sprache und Erziehungshilfe hingewiesen wurde (vgl. Kapitel 2.5). Aufgrund der Tatsache, dass kaum ausgebildete Chemielehrkräfte zur Verfügung stehen, werden alle Lehrenden in die Befragung einbezogen, die über Lehrerfahrung im Fach Chemie oder im Lernbereich Naturwissenschaften verfügen, unabhängig davon, ob sie für diese Fächer formal ausgebildet sind oder nicht. So werden jeweils zwei Fragebögen mit einem Begleitschreiben für die Schulleitung, Kontaktinformationen und einem frankierten Rückumschlag an die Schulen geschickt. Zur Beantwortung des Fragebogens wird den Lehrkräften eine Frist von vier Wochen eingeräumt. Nach Ablauf der vier Wochen werden die Schulen, von denen bis dahin noch keine ausgefüllten Fragebögen zurückgesendet wurden, telefonisch kontaktiert und gebeten, diese nachzureichen. Von den 20 angeschriebenen Förderschulen haben 16 Schulen an der Befragung teilgenommen. Da sich die Zahl der praktizierenden Chemielehrkräfte nach Angaben des Personals der Sekretariate auf ein bis maximal zwei in den angeschriebenen Schulen beläuft und daher nicht exakt bestimmt werden kann, wird die Zahl der Lehrkräfte mit 40 tendenziell hoch eingeschätzt. Aus den 40 versendeten Fragebögen wurden 26 Rückantworten erhalten, was einer (ungefähren) Rücklaufquote von 65% entspricht. Da in der empirischen Sozialforschung Ausschöpfungsquoten zwischen 5% und 40% durchaus üblich sind, kann der hier vorliegende Rücklauf zweifelsohne als bemerkenswert hoch eingestuft und auf ein hohes Interesse der befragten Personen am Forschungsthema geschlossen werden (vgl. Bruns 2008, S. 146).

4.3.2 Interview

Bei einem Interview handelt es sich um eine mündliche Befragung, die in der Sozialforschung häufig in einer dyadischen Form durchgeführt wird. Es dient, ganz nüchtern betrachtet, „der Erhebung von Auskünften und Erzählungen der Befragten, sodass sich das Interview durch einen zumeist einseitigen Informationsfluss auszeichnet“ (Friebertshauer & Langer 2010, S. 438). Dem bereits genannten *Prinzip der Offenheit* der qualitativen Forschung entsprechend werden Interviews in dieser Forschungsrichtung weitgehend nichtstandardisiert durchgeführt und den Befragten bevorzugt offene Fragen gestellt. Die interviewende Person verfügt grundsätzlich über eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Auswahl, Formulierung, Auslassung sowie der Reihenfolge der Fragen (vgl. Lamnek 2010, S. 316ff.), was die explorative Vorgehensweise der Studie grundsätzlich unterstützt.

Auch innerhalb der qualitativen Forschungen liegen verschiedene Variationen des Erhebungsverfahrens vor, die sich in den Zielsetzungen, der Geschlossenheit, der Strukturierung und im sich daraus ergebenden Aktivitätsgrad der interviewenden und befragten Person unterscheiden (vgl. Mayring 2002, S. 66ff.). So kommen einige Interviewformen mit reinen Erzählaufforderungen und -impulsen der interviewenden Person aus (z.B. narratives Interview), während in anderen Formen die Gespräche durch die Befragenden stärker strukturiert und gelenkt werden (z.B. problemzentriertes Interview, Leitfadeninterview). Der grundsätzliche Vorteil offener Interviewformen ist, dass aus diesen Gesprächen eine enorme Fülle an Informationen aus einem breiten Spektrum gewonnen werden kann. Von Nachteil ist allerdings, dass aufgrund der unterschiedlichen Gesprächsverläufe eine Vergleichbarkeit der Interviews nicht gewährleistet werden kann. Weiterhin kann die Fokussierung der Forschungsfragen durch die enorme Informationsfülle offener Interviews erschwert werden (vgl. Eid, Gollwitzer & Schmitt 2010, S. 26ff.). Um dieser Problematik entgegenzuwirken und die Interviews zur Fokussierung des Forschungsgegenstandes zu nutzen, wird für das vorliegende Forschungsvorhaben das halbstrukturierte Leitfadeninterview gewählt (vgl. Gläser & Laudel 2009, S. 120ff., Helfferich 2011, S. 179.). Diese Interviewform weist einerseits einen mittleren Aktivitätsgrad des Interviewers auf und lässt eine gewisse Offenheit zu, ermöglicht aber andererseits durch den Einsatz des Leitfadens eine Vergleichbarkeit der Interviews (vgl. Bortz & Döring 2009, S. 238). Bei dieser Interviewform dient der Leitfaden „als Gerüst, wobei die einzelnen Themenkomplexe offene gehaltene Erzählaufforderungen enthalten, mit denen die Befragten dazu aufgefordert werden, ihre subjektiven Einschätzungen und Erfahrungen anhand von Erlebnis-Schilderungen

oder Beispielen darzustellen“ (Friebertshauer & Langer 2010, S. 439). Für die erfolgreiche Konstruktion des Leitfadens werden allerdings ein gewisses Vorverständnis zur untersuchten Thematik sowie eine theoriegeleitete Vorgehensweise vorausgesetzt.

„Das Prinzip des theoriegeleiteten Vorgehens wird dadurch realisiert, dass das aus der Untersuchungsfrage und den theoretischen Vorüberlegungen abgeleitete Informationsbedürfnis in Themen und Fragen des Leitfadens übersetzt wird“ (Gläser & Laudel 2009, S. 115).

Daher wird auf Basis erster eigener empirischer Ergebnisse sowie grundlegender Hinweise und Richtlinien zum strukturellen Aufbau und zu Fragetechniken eines Interviews der Leitfaden entwickelt (vgl. Anhang, S. 368) und die Interviews entsprechend geplant und durchgeführt. Vor der Durchführung des Interviews sollte sich die befragende Person bewusst machen, dass sie das Gespräch durch bestimmte Fragestile, aber auch durch nonverbale Kommunikation maßgeblich beeinflussen kann (vgl. Lamnek 2010, S. 309). Die ausführliche Reflexion über diese Tatsache sollte in der Formulierung der Fragestellungen zum Tragen kommen und die Gesprächsatmosphäre dahingehend positiv beeinflussen, dass weniger Antworten nach sozialer Erwünschtheit erfolgen. So sollten beispielsweise Suggestivfragen vermieden werden. Wie auch die Wahl der Interviewform hängen ebenfalls die eingesetzten Fragetypen maßgeblich vom vorhandenen Forschungsinteresse ab. So liegen auch innerhalb des qualitativen Interviews Differenzkategorien innerhalb der Fragetypen vor, die über eine Offenheit bzw. Geschlossenheit der Fragestellungen hinausgehen. So kann nach Gläser & Laudel (2009) grundsätzlich zwischen verschiedenen Fragetypen unterschieden werden (vgl. ebd. 2009, S.122ff). Bei den im eingesetzten Interviewleitfaden formulierten Fragetypen handelt es sich überwiegend um Hintergrund- und Erfahrungsfragen, die um einige Fragestellungen zur persönlichen Meinung der befragten Personen ergänzt werden und dadurch eine Strukturierung des Leitfadens in drei Themenbereiche ergeben. Die Hintergrundfragen werden sowohl dazu genutzt, weiterführende personenbezogene Daten zu den befragten Lehrkräften zu ermitteln als auch der Erkundung der vorliegenden Rahmenbedingungen der Schule bzw. im Chemieunterricht, die vor allem im ersten Teil des Interviewleitfadens zu finden sind. Die Erfahrungsfragen des zweiten und dritten Abschnitts des Interviewleitfadens zielen vor allem auf prägnante Problem- und Bedarfsbereiche der Schülerinnen und Schüler sowie auf den Umgang mit diesen Herausforderungen und die dazu eingesetzten Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht ab. Weiterhin werden von der Verfasserin bereits entwickelte Fördermaterialien als Gespräch-

simpuls eingebracht, die von den Lehrkräften beurteilt werden sollen. Diese Meinungsfragen, die den dritten Abschnitt des Leitfadens darstellen, dienen vor allem als Einstieg für weiterführende Gespräche zur Gestaltung und Entwicklung neuer Fördermaßnahmen, welche auf die anthropologischen Voraussetzungen der Zielgruppe abgestimmt sein sollen (vgl. Kapitel 4.2, vgl. Abb. 4.2). Zunächst werden in den Leitfaden die Fragen aufgenommen, die sich grundsätzlich an alle befragten Lehrenden richten. Da sich mithilfe der Interviews die eigentliche Forschungsfrage stärker herausstellen soll, handelt es sich dabei im Gegensatz zur schriftlichen Befragung (vgl. Kapitel 4.3.1) weniger um allgemeine, sondern auf zentrale Schwerpunkte fokussierte Fragen. Zusätzlich werden Fragen aufgenommen, die sich aus individuellen Fragebögen der Lehrenden ergeben haben. Dabei handelt es sich unter anderem um Verständnisfragen, die im Rahmen der Interviews geklärt werden sollen, sowie um Interessensfragen. Somit kann eine Vergleichbarkeit der Interviews gewährleistet werden und gleichzeitig eine Orientierung an Individualfällen erfolgen (vgl. Abb. 4.2).

Hintergrundfragen

1. Welchen Studiengang bzw. welche Fächer haben Sie studiert?
2. Welche Fächer unterrichten Sie?
3. Wie lang unterrichten Sie schon das Fach Chemie?
4. Wie viele Lehrer unterrichten an Ihrer Schule außer Ihnen das Fach Chemie?
5. Welche Kommunikationssysteme werden in den Klassen, die Sie in Chemie unterrichten, verwendet (DGS, LBG, LS)?
6. Gibt es in diesen Klassen Lernende mit Mehrfachbehinderungen? Wenn ja, welche zusätzlichen Behinderungen liegen vor?

Abb. 4.2: Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden (Teil I)

Die vertiefenden Interviews werden mit fünf Förderschullehrenden durchgeführt, die zuvor an der Fragebogenuntersuchung teilgenommen haben. Zu den Gesprächen werden ausschließlich die Lehrkräfte gebeten, die ihr ausdrückliches Interesse an den Ergebnissen der Studie bekundet hatten. Vor der Durchführung der Interviews ist es erforderlich, das Einverständnis der Lehrenden zur Teilnahme an der Untersuchung sowie eine Erklärung zum Datenschutz der Verfasserin in Anlehnung an Helfferich (2011) schriftlich einzuholen (vgl. ebd. 2011, S. 203f.). Die Interviews werden in einem persönlichen Gespräch in der jeweiligen Schule sowie im Büro der Verfasserin durchgeführt. Die Dauer der Interviews beträgt zwischen 25 und 50 Minuten. Um einen Informationsverlust zu vermeiden, werden die Gespräche mit einem Diktaphon aufgezeichnet und im Anschluss an jedes Interview ein

sogenanntes *Postskriptum* erstellt (vgl. Friebertshauser & Langer 2010, S. 451). In diesem Dokument werden Feldnotizen zu den Besonderheiten der Interviews sowie vorab ermittelte Informationen zusammengefasst, die im Rahmen von Vorgesprächen thematisiert werden. Die Vorgespräche, die vor der Aufzeichnung mit dem Diktaphon stattgefunden haben, dienen einem ersten Kennenlernen, das zur Entwicklung einer positiven Gesprächsatmosphäre beitragen soll. Die in einem Interview idealerweise vorliegende offene Gesprächsatmosphäre soll unterstützen, dass „der Erzählerperson der ‚Raum‘ gegeben wird, ihr eigenes Relevanzsystem oder ihr Deutungsmuster zu entfalten“ (Helfferich 2011, S. 114).

4.3.3 Unterrichtsbeobachtungen

Um Lehr- und Lernprozesse besser nachvollziehen und optimieren zu können, bedient sich die fachdidaktische Forschung in den Naturwissenschaften und der Mathematik seit geraumer Zeit der systematischen Analyse von Unterrichtssituationen. Die Schwerpunktthemen dieser Untersuchungen liegen zumeist in der Lehrerpersönlichkeit sowie in den Auswirkungen verschiedener Interventionen auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler (vgl. Neuhaus 2007, S. 243f.). Neben der teilnehmenden Beobachtung spielen dabei insbesondere Videoaufnahmen eine bedeutende Rolle, die im Rahmen quantitativer und qualitativer Studien in der Didaktik der Naturwissenschaften und der Mathematik auf vielfältige Weise eingesetzt werden (z.B. Krummheuer & Naujok 1999, Tesch & Duit 2004, von Aufschnaiter 2007, Yahya & Bader (2008), Groß & Reiners 2012).

Im Rahmen dieser Untersuchung werden die Unterrichtsbeobachtungen hauptsächlich als Strategie zur Validierung der bisherigen Studienergebnisse eingesetzt, die unter anderem der Beantwortung der ersten beiden Untersuchungsfragen dient. Weiterhin soll überprüft werden, ob die von den Lehrenden angesprochenen Lehr- und Lernmaterialien tatsächlich zum Einsatz kommen. Dazu werden die Auswertungsergebnisse, die sogenannten Kategorien, der Fragebögen und Interviews einbezogen, die aus dem Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse entwickelt werden, dessen Vorgehensweise in Kapitel 4.3.5 ausführlich dargestellt wird. Für diesen deduktiven Zugang werden die Kategorien in Form von Leitfragen in einem strukturierten Beobachtungsleitfaden aufgenommen (vgl. Flick 2011a, S. 282). So können diese Ergebnisse zielgerichtet überprüft und gleichzeitig in einem zweiten induktiven Schritt neue, beachtenswerte Ergebnisse aufgenommen werden. Zudem dienen die Einblicke in die Unterrichtspraxis der ausführlicheren Beantwortung der dritten sowie

der zusätzlichen Anregung zur Beantwortung der vierten Untersuchungsfrage. Da in der Fragebogen- und Interviewstudie ein deutlicher Schwerpunkt auf die Perspektive der Lehrenden gelegt wurde, sollten durch die Unterrichtsanalysen auch die Reaktionen der Lernenden im Chemieunterricht einbezogen werden. Auf diese Weise können umfassendere und authentischere Einsichten in den Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte gewonnen werden und erste Vorüberlegungen zur Gestaltung von Fördermaterialien auf ihre unterrichtspraktische Relevanz hin eingeschätzt werden. Da bereits mit der Durchführung der Interviews ein persönlicher Kontakt zu einer Gruppe von Chemielehrkräften entstanden ist, werden die Lehrkräfte um eine Einsicht in ihre individuelle Unterrichtspraxis gebeten. Daraufhin werden sechs Chemiestunden im Jahrgang 9 an einer Förderschule für Hörgeschädigte videografiert. Da es aus rechtlichen Gründen nicht in jeder Lerngruppen möglich ist, Videoaufnahmen anzufertigen, werden anschließend vier Unterrichtsstunden im Jahrgang 6 an einer anderen Förderschule für Hörgeschädigte von der Autorin teilnehmend beobachtet. Die Erhebungsinstrumente sowie die Durchführung der Untersuchungen werden im Folgenden beschrieben.

4.3.3.1 Videografie

Die systematische Analyse von Unterrichtsvideos wird seit geraumer Zeit als Ressource in der Forschung gesehen, um „einen neuen empirischen Zugang zum Geschehen in Lehr-Lern-Interaktionen“ (Dinkelaker & Herrle 2011, S. 9) zu erhalten. Dass der Einsatz des Erhebungsinstrumentes in der Didaktik der Naturwissenschaften und der Mathematik breite Anwendbarkeit findet, wurde bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt (vgl. Kapitel 4.3.3). So suchen fachdidaktisch Forschende darin „nach Effekten, die bestimmte, mit Hilfe videographischer Daten erfassbare Unterrichtsmerkmale auf das Lehren und Lernen haben“ (ebd. 2011, S. 10), um diese Erkenntnisse zur Optimierung von Lernarrangements einzusetzen.

Da es durch Videoaufzeichnungen möglich ist, das Unterrichtsgeschehen nahezu ohne Informationsverlust abzubilden, liegen diesem Verfahren gewisse Vorteile gegenüber der teilnehmenden Beobachtung zugrunde (vgl. Herrle, Kade & Nolda 2010, S. 599, Eid, Gollwitzer & Schmitt 2010, S. 25). Neben zahlreichen Vorzügen sind mit dem Videografieren allerdings auch einige Besonderheiten verbunden, die einen erheblichen Einfluss auf die Erhebung, Aufbereitung und Auswertung der Daten ausüben. So müssen nach Din-

kelaker & Herrle (2011) Forschende zunächst mit einer grundsätzlichen Skepsis der Personen des Untersuchungsfeldes rechnen, was das Anfertigen von Videoaufnahmen betrifft, während einer reinen Tonaufnahme gegenüber tendenziell weniger Vorbehalte existieren. Diese Vorbehalte können im Rahmen der Untersuchung bestätigt werden, da es aufgrund von Einwänden vonseiten der Schulleitungen nicht in allen Fällen möglich war, Videoaufnahmen anzufertigen. Aus diesem Grund wird, wie bereits erwähnt, in einer Lerngruppe auf das Verfahren der teilnehmenden Beobachtung ausgewichen. In der anderen Lerngruppe wird vor Beginn der Datenerhebung zum besonderen Schutz der personenbezogenen Bilddaten eine schriftliche Einwilligung bei den teilnehmenden Personen eingeholt und vonseiten der Verfasserin eine Datenschutzerklärung abgegeben. Zuvor wird in einem ausführlichen Gespräch mit der Schulleitung das vorliegende Forschungsvorhaben erläutert und die methodische Vorgehensweise begründet. Auch wenn es sich bei der Videografie um ein Verfahren handelt, mit dem es grundsätzlich möglich ist, Unterrichtssituationen nahezu vollständig abzubilden, hängt die tatsächliche Erfassung der Informationen von der Ausrichtung, Positionierung und dem Blickwinkel der Kameras ab (vgl. Dinkelaker 2010, S. 92). Um alle untersuchungsrelevanten Informationen aufnehmen zu können, ist die Einbeziehung unterschiedlicher Kameraperspektiven erforderlich. Dazu werden Hinweise einbezogen, die von Seidel, Meyer & Dalehefte (2005) formuliert wurden (vgl. ebd. 2005, S. 135f.). Da sowohl die Aktivitäten der Lehrkraft als auch die Interaktionen der gesamten Lerngruppe von besonderem Interesse sind, werden im Klassenraum dauerhaft zwei Überblickskameras installiert (vgl. Abb. 4.3). Aus intensiven Vorgesprächen mit der teilnehmenden Lehrkraft ist bekannt, dass die Schülerinnen und Schüler zum Experimentieren in Kleingruppen aufgeteilt werden. Aus diesem Grund wird für jede Lerngruppe eine zusätzliche Kamera installiert. Da sich die Klassenstärke an Förderschulen grundsätzlich auf maximal zwölf Lernende beläuft, sind drei Kameras für die Kleingruppenarbeit ausreichend. Um Störungen zu vermeiden, werden die Kameras bereits vor Unterrichtsbeginn aufgestellt und während des Unterrichts nicht verstellt.

Durch die Installation der Kameras für die Kleingruppen sowie die zusätzliche Verwendung von Richtungsmikrofonen kann eine Fokussierung auf die relevanten Beobachtungsgegenstände erfolgen. Weiterhin werden die Lernenden in einem Vorgespräch über das Vorhaben aufgeklärt und Probeaufzeichnungen durchgeführt, auch damit sie sich an das Videografieren gewöhnen können. Eine weitere Besonderheit der Videografie ist, dass Interaktionen nicht nur sprachlich, sondern als „multimediales Geschehen unter den Bedingungen körperlicher Anwesenheit“ (Dinkelaker & Herrle 2011, S. 17) dokumentiert

werden. So besteht die Möglichkeit, Unterrichtsereignisse umfassender und weniger selektiv zu beschreiben. Diese Tatsache wirkt sich vor allem auf die Aufbereitung und Auswertung der Daten aus, da ebenso nonverbale und nicht hörbare Anteile der Interaktionen einbezogen werden (vgl. Flick 2011a, S. 318). Dieser Tatsache kommt bei der Videografie an Schulen für Hörgeschädigte eine besondere Bedeutung zu, wenn in diesen Fällen ebenfalls auf die gebärendssprachliche Kommunikation zurückgegriffen wird. Auch diese visuell-manuellen sprachlichen Anteile sind bei der Transkription und Auswertung der Daten zu berücksichtigen (vgl. Niethammer 2014, S. 137f.).

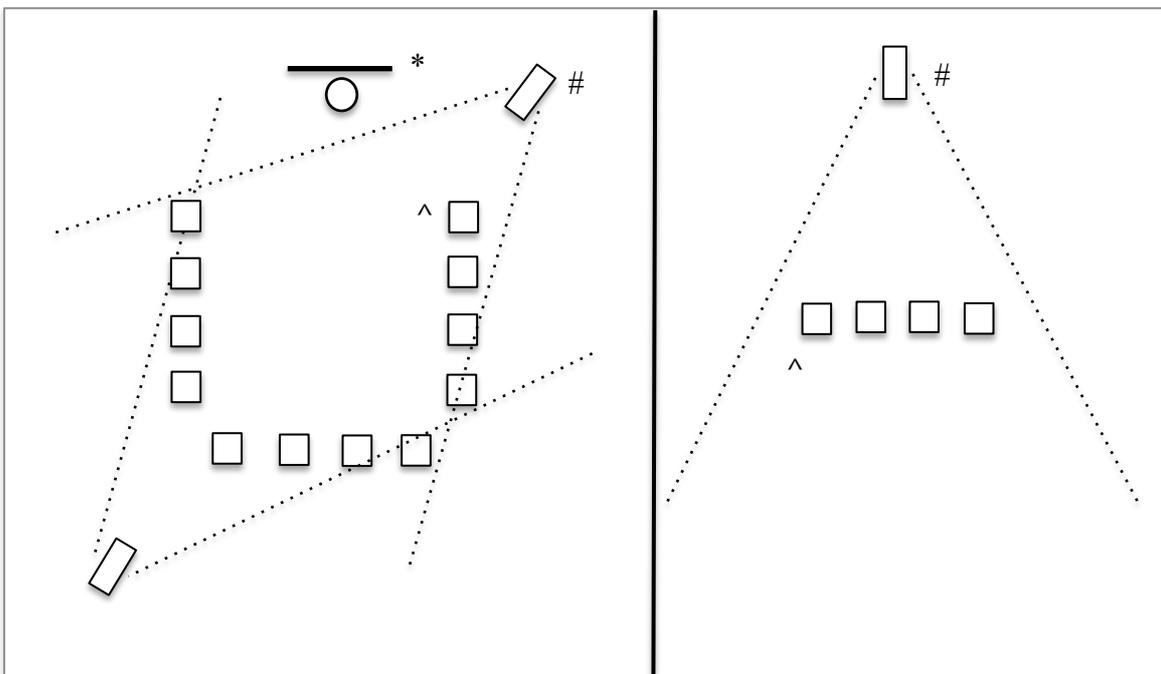


Abb. 4.3: Anordnung der Kameras in Anlehnung an Seidel, Meyer & Dalehefte (2005) [Abbildungslegende: * Lehrperson, # Kamera/Kameraperspektive, ^ Schülerinnen und Schüler]

4.3.3.2 Teilnehmende Beobachtung

Die teilnehmende Beobachtung wird nach Mayring (2002) als eine Standardmethode in der Feldforschung bezeichnet, die häufig bei der Analyse sozialer Situationen ihre Anwendung findet (vgl. ebd. 2002, S. 80). Das Verfahren wird insbesondere durch „das Eintauchen des Forschers in das untersuchte Feld, seine Beobachtung aus der Perspektive des Teilnehmers“ (Flick 2011a, S. 287) charakterisiert, wodurch tiefere Einblick in das Untersuchungsfeld gewonnen und Handlungen der agierenden Personen nachvollzogen werden

können. Da die teilnehmende Beobachtung als Instrument qualitativer Forschung von einem explorativen Charakter geprägt ist, kann sie entweder offen oder höchstens in einer teilstrukturierten Form durchgeführt werden. Die Durchführung des Verfahrens in der vorliegenden Studie erfolgt in Anlehnung an die strukturierte Vorgehensweise, die von Mayring (2002) für die teilnehmende Beobachtung vorgeschlagen wird (vgl. Abb. 4.4). Im Folgenden wird die Durchführung der Studie anhand dieser Arbeitsschritte erläutert.

Auch wenn es sich um ein recht offenes Verfahren handelt, muss die Beobachtung zur Überprüfung der bisherigen Forschungsergebnisse und zur weiteren Beantwortung der Untersuchungsfragen systematisch und zielgerichtet erfolgen, was durch den Einsatz eines halbstrukturierten Beobachtungsleitfadens unterstützt wird (vgl. Eid, Gollwitzer & Schmitt 2010, S. 24). Wie bereits erwähnt, werden für den deduktiven Zugang die Kategorien der vorherigen Studien in Leitfragen umgewandelt und in einem strukturierten Beobachtungsleitfaden zusammengefasst (vgl. Anhang, S. 370). So können konkrete Fragestellungen überprüft und weiterführende Aspekte induktiv aufgenommen werden. Nach Angaben von Lüders (2009) enge sich der Untersuchungsgegenstand im Verlauf der Studie weiter ein, was bereits von Spradley (1980) umfassend beschrieben wurde und die Hinführung zu weiterführenden Forschungsfragen unterstützen würde.

„Dabei geht man davon aus, dass nach einer eher breit angelegten beschreibenden Phase der Blick immer genauer auf den Forschungsgegenstand gerichtet werden kann (fokussierte Beobachtung), um dann nur noch ausgewählte Aspekte genauer zu untersuchen (selektive Beobachtung)“ (Lüders 2009, S. 387).

Um die teilnehmende Beobachtung vorzubereiten und erfolgreich durchführen zu können, ist es notwendig, mit den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern zuvor in einen persönlichen Kontakt zu treten. Dabei sind ein unterstützendes Verhältnis zur teilnehmenden Lehrperson sowie eine gute Kooperation ausschlaggebend. Auch wenn die Verfasserin in dieser Studie offen als Beobachterin auftritt, ist es empfehlenswert, das Untersuchungsfeld nicht über den genauen Gegenstand der Beobachtung zu unterrichten, um den Untersuchungsverlauf nicht zu stören. Nach Lamnek (2010) ist zu berücksichtigen, dass die „Information über den eigentlichen Untersuchungszweck zu einer Verfälschung der Beobachtungssituation führen kann“ (Lamnek 2010, S. 510). Nach der Durchführung der vorbereitenden Maßnahmen wird die teilnehmende Beobachtung von der Verfasserin durchgeführt. Im Anschluss daran werden auf Basis der Leitfäden ausführlichere Beobachtungsprotokolle und Feldnotizen aufgenommen. Anders als im von Mayring (2002) vorgeschlagenen

Ablaufmodell zur teilnehmenden Beobachtung wird nach dem Verfassen der ausführlichen Beobachtungsprotokolle auf eine Modifikation des Beobachtungsleitfadens verzichtet. Diese Tatsache ist lediglich der Kürze der Untersuchung geschuldet, die es nicht erfordert, diese Veränderungen vorzunehmen.

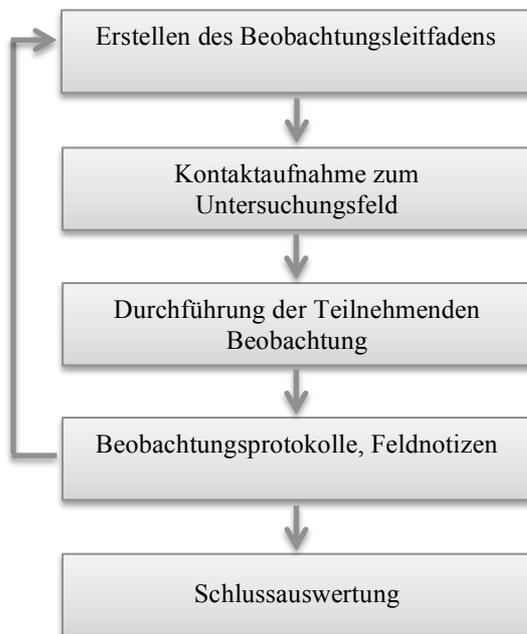


Abb. 4.4: Ablaufmodell zur teilnehmenden Beobachtung in Anlehnung an Mayring (2002)

Gerade weil es sich bei der teilnehmenden Beobachtung um ein offenes und flexibles Erhebungsinstrument handelt, sind mit dem Einsatz des Verfahrens auch einige Herausforderungen verbunden. So ist beispielsweise kritisch anzumerken, dass wegen der Offenheit der Methode und der hohen Informationsdichte die Gefahr der geringeren Fokussierung auf den Forschungsgegenstand besteht. Weiterhin kann die begrenzte Perspektive der beobachtenden Person dazu führen, dass nicht alle entscheidenden Ereignisse wahrgenommen werden (vgl. Bortz & Döring 2009, S. 267ff.). Da sich aber durch diese „flexible, methodenplurale kontextbezogene Strategie“ (Lüders 2009, S. 389) dennoch viele Vorteile für den Forschenden ergeben, sollte das Verfahren idealerweise um stärker standardisierte Instrumente ergänzt werden. „Um die Aussagekraft der auf diesem Wege erhaltenen Daten insgesamt zu erhöhen, wird die Triangulation von Beobachtungen mit anderen Datenquellen [...] empfohlen“ (Flick 2011a, S. 285), was auch im Rahmen dieser Untersuchung konkret umgesetzt wird.

4.3.4 Datenaufbereitung

Zur Auswertung der im Rahmen der Studie erhobenen Daten wird das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse verwendet, wie im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben wird. Vor der Datenauswertung ist es zunächst erforderlich, die Audio- und Videoaufnahmen der Interviews und Unterrichtsanalyse wörtlich zu transkribieren. Die Transkription der Interviews erfolgt in Anlehnung an Transkriptionssysteme und -konventionen verschiedener Autorinnen und Autoren (vgl. Tab. 4.1). Die Form der Verschriftlichung der Gespräche und Unterrichtssituationen erfolgt nach der literarischen Umschrift, um insbesondere die Ausdruckweise der Personen und Situationen möglichst authentisch abzubilden. Anders als bei der Standardorthografie werden in der literarischen Umschrift auch Dialekte, Besonderheiten der gesprochenen Sprache (z.B. das Auslassen einzelner Laute) und gegebenenfalls auch eine fehlerhafte Aussprache berücksichtigt (vgl. Kowal & O'Connell 2012, S. 441f., Mayring 2002, S. 89ff.). Weiterhin werden sprachliche Überlappungen, simultanes Sprechen sowie Äußerungen in Deutscher Gebärdensprache gesondert gekennzeichnet (vgl. Selting et al. 2009, S. 391ff., Niethammer 2014, S. 138), wenn sie nicht bereits Gegenstand lautsprachlicher Äußerungen sind.

Zur Unterstützung der Transkription wird die Software *F5* verwendet, dessen System es vorsieht, die gewählten Transkriptionsregeln durch Tastenkombinationen frei zu definieren. Bei der Verschriftlichung der Aufnahmen werden, wie auch bei der Aufbereitung der Fragebögen und Beobachtungsprotokolle, die Namen der Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler aus Gründen des Datenschutzes anonymisiert bzw. unkenntlich gemacht. So werden die Namen nicht beteiligter Personen in den Transkripten ausgelassen und die Namen der beteiligten Personen durch entwickelte Codes ersetzt, sodass keine Identifikation der Personen mehr möglich ist. Aus diesem Grund werden die Vornamen der Lernenden verändert. Die teilnehmenden Lehrkräfte erhalten bei der Kodierung zunächst die Abkürzung „L“ für Lehrperson. Daraufhin wird aus den Initialen des Vor- und Nachnamens und der entsprechenden Position der Buchstaben im Alphabet ein Zahlencode generiert und mit der Abkürzung kombiniert. So erhält beispielsweise eine Lehrperson mit den Initialen G.B. den Code „L72“.

Tab. 4.1: Zusammenfassung der verwendeten Transkriptionsregeln in Anlehnung an Mayring (2002), Niethammer (2014), Kowal & O'Connell (2012) und Selting et al. (2009)

Notations- und Sonderzeichen	Erläuterung
Fachbe-	Wortabbruch
!EXPERIMENTE!	Betonungen durch Lautstärke oder Aussprache
(lacht), (stottert)	Wiedergabe hörbarer Bestandteile der Rede bzw. Kennzeichnung nichtsprachlicher Vorgänge
(Pause)	Kennzeichnung von Gesprächspause
((...)) und [...]	Auslassungen im Transkript aufgrund von Störung oder nicht relevanter Informationen
(?)	Vermutete Wörter oder unverständliche Wörter
[Ich meine]... [Das wird] im Unterricht nicht durchgeführt.	Überlappung und Simultansprache
(Vivien geht aus dem Raum) (alle reden durcheinander)	Situationserklärungen
„Zuerst füllen wir das Wasser in das Becherglas.“	Vorgelesenes
(BUCH)	Begriffe, die gebärdet und nicht gesprochen werden

4.3.5 Datenauswertung

Nach der zuvor beschriebenen Aufbereitung der Rohdaten wird das vorhandene Textmaterial ausgewertet. Zu diesem Zweck wird die qualitative Inhaltsanalyse ausgewählt, die vielfach für die Auswertung qualitativer Daten eingesetzt wird (vgl. Mayring 2002, 2008, 2010, Mayring & Brunner 2010). Die qualitative Inhaltsanalyse zielt auf eine systematische Analyse von Daten ab, welche „das Material schrittweise mit theoriegeleitet am Material entwickelten Kategoriensystemen bearbeitet“ (Mayring 2002, S. 114). Innerhalb der qualitativen Inhaltsanalyse kann zwischen verschiedenen Grundformen differenziert werden, die sich durch ihre Vorgehensweisen bei der Entwicklung der Kategoriensysteme unterscheiden. So kann die Datenauswertung einerseits empiriegeleitet (induktiv) und andererseits theoriegeleitet (deduktiv) erfolgen. In dieser Studie werden die erhobenen Daten auf unterschiedliche Weise ausgewertet. So findet die induktive Kategorienbildung Anwendung bei der Analyse der offenen Fragebögen und der Leitfadenterviews, während

eine Mischform aus induktiver und deduktiver Kategorienbildung zur Analyse der Unterrichtsstunden eingesetzt wird.

Auch wenn eine zentrale Aufgabe qualitativer Forschung im Erfassen und Rekonstruieren subjektiver Sichtweisen von Personen liegt, darf die Auswertung und Interpretation der Daten nicht willkürlich und beliebig ausfallen. Aus diesem Grund ist es erforderlich, bestimmten Qualitätskriterien zu entsprechen. Da sich qualitative Forschungsprozesse deutlich von Vorgehensweisen der quantitativen Forschung abheben, können die für quantitative Studien vorliegenden Maßstäbe (Validität, Reliabilität und Objektivität) nicht ohne Weiteres auf die Belange qualitativer Forschungsprozesse übertragen werden (vgl. Helfferich 2011, S. 154ff., Steinke 2009, S. 319ff.). Aus diesem Grund wurden von Mayring (2002) sechs allgemeine Gütekriterien der qualitativen Forschung formuliert, die bei der Auswertung und Interpretation des Datenmaterials berücksichtigt werden: Verfahrensdokumentation, argumentative Interpretationsabsicherung, Regelgeleitetheit, Nähe zum Gegenstand, kommunikative Validierung und Triangulation (vgl. Mayring 2002, S. 140ff.). So werden beispielsweise die Kodierungen neben der Verfasserin von zwei weiteren Kodierern vorgenommen, die Ergebnisse miteinander verglichen sowie Besonderheiten und Unterschiede erörtert, was einer inhaltsanalytischen Reliabilitätsbestimmung entspricht (vgl. Mayring 2008, S. 10ff). Ebenfalls werden im Rahmen der Studie unterschiedliche Erhebungsinstrumente eingesetzt und deren Ergebnisse methodisch miteinander trianguliert (vgl. Kapitel 4.3). Weiterhin wird die strukturierte und regelgeleitete Vorgehensweise der Datenauswertung in beiden Fällen mit MAXQDA 10, einer „Software für die qualitative Datenanalyse“ (Kuckartz 2010, S. 12), computergestützt durchgeführt. Die mit der Software durchzuführenden Arbeitsschritte, von der ersten Exploration des Textmaterials über die Zuordnung der Kodierung zur Analyse der Daten, unterstützen nicht nur ein sorgfältiges, transparentes Arbeiten (vgl. ebd. 2010, S. 20ff.), sondern entsprechen auch der systematischen Vorgehensweise der induktiven Kategorienbildung (vgl. Abb. 4.5).

Arbeitsschritte mit der MAXQDA-Software

- Textdateien importieren und explorieren
- Texte segmentieren und Kodierungen zuordnen
- Ideen und Hypothesen in Form von Memos festhalten
- Entwicklung des Kategoriensystems
- Fragen an das Material stellen
- Bewerten, analysieren

Abb. 4.5: Arbeitsschritte mit MAXQDA-Software in Anlehnung an Kuckartz (2010)

Da die Auswertung der offenen Fragebögen und Leitfadeninterviews sowie der Unterrichtsbeobachtungen unterschiedlich ausfällt, werden diese im Folgenden getrennt voneinander dargestellt.

4.3.5.1 Auswertung der Fragebögen und Interviews

Die Auswertung der offenen Fragebögen und der halbstrukturierten Interviews wird mithilfe der *zusammenfassenden Inhaltsanalyse* (vgl. Mayring 2002) durchgeführt. Diese Grundform der Inhaltsanalyse zielt darauf ab, das Datenmaterial so weit zu reduzieren, dass ausschließlich die zentralen Informationen erhalten bleiben und ein überschaubarer Corpus geschaffen wird, der immer noch ein Abbild des Grundmaterials darstellt. Zur Durchführung des Verfahrens wird die induktive Kategorienbildung eingesetzt, bei der die Kategorien als Resultat einer intensiven Textexploration unmittelbar aus dem Material hervorgehen (vgl. Abb. 4.6).



Abb. 4.6: Ablaufmodell der induktiven Kategorienbildung nach Mayring (2002)

Zunächst erfolgt auf Grundlage der theoretischen Vorüberlegungen und formulierten Untersuchungsfragen eine Festlegung von Selektionskriterien zur Auswertung der Daten, aus denen entsprechende Überkategorien gebildet werden. Zu diesem Zweck werden die Fragestellungen des Interviewleitfadens sowie die zentrale Leitfrage der schriftlichen Befragung herangezogen, um eine Rückbeziehung zu den Antworten und den zu bildenden Kategorien herzustellen. Die Inhaltsanalyse wird durch die daraufhin festgelegten Analyseinheiten stärker konkretisiert, deren Grundbegriffe nach Mayring (2010) im Folgenden erläutert werden sollen. Die sogenannte *Kontexteinheit* entspricht den formulierten Überkategorien, den späteren Hauptkategorien, die auf Grundlage der eingesetzten Erhebungsinstrumente (Fragestellungen des Fragebogens, Interview- und Beobachtungsleitfäden) festgelegt werden. Der Begriff *Kodiereinheit* beschreibt den kleinsten Textanteil, der einer Subkategorie zugeordnet werden kann, während selbige wiederum einer Hauptkategorie zugeordnet ist. Bei der Durchführung des initialen Materialdurchgangs werden ausschließlich die Textstellen mit Kodierungen versehen, die einen Beitrag zur Beantwortung der Untersuchungsfragen leisten. Nicht relevante Textstellen werden demnach nicht kodiert. Gleichzeitig findet ein stetiger Rückbezug zu den theoretischen Vorüberlegungen, den Untersuchungsfragen und den gebildeten Kategorien statt, die auf diese Weise bereits

überprüft werden. Die Grundlage für den endgültigen Materialdurchlauf sowie die letztendliche Auswertung und Interpretation liefert das schrittweise generierte und am Material getestete Kategoriensystem. Um einen Überblick über die Ergebnisse der Untersuchung zu geben, werden die Haupt- und Subkategorien typischerweise um prägnante Textbeispiele, die sogenannten Ankerbeispiele ergänzt und dadurch belegt (vgl. Mayring 2010, S. 67ff.).

4.3.5.2 Auswertung der Unterrichtsbeobachtungen

Zur Auswertung der Unterrichtsbeobachtungen wird hauptsächlich die *strukturierende Inhaltsanalyse* (vgl. Mayring 2002) eingesetzt. Da die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen im Wesentlichen zur Bestätigung der erhobenen Untersuchungsergebnisse dient, wird der deduktive Ansatz gewählt. Die strukturierende Inhaltsanalyse zielt darauf ab, das Textmaterial auf Grundlage zuvor formulierter Kriterien darzustellen und zu bewerten. Die dazu eingesetzten Kriterien gehen in diesem Fall unmittelbar aus den Ergebnissen der induktiven Kategorienbildung der Fragebögen und Interviews hervor. Mithilfe des begründeten Kategoriensystems kann die kriteriengeleitete Analyse der entstandenen Beobachtungsprotokolle und Videotranskripte erfolgen. Grundsätzlich wird dabei eine Zuordnung und Kennzeichnung konkreter Fundstellen im Textmaterial zu den Kategorien durchgeführt. Diese werden in einem nächsten Schritt als prägnante Beispiele dargestellt, die für die weitere Zuweisung der Textstellen eine Art Leitfunktion erfüllen. Weiterhin werden spezifische Kodierregeln formuliert, die das eindeutige Zuweisen der Textstellen zu den Kategorien unterstützen und Abgrenzungsprobleme vermeiden sollen. Da die Analyse der Unterrichtsbeobachtung auf Grundlage des Kategoriensystems der vorherigen Untersuchung durchgeführt wird, ist die Darstellung von Ankerbeispielen sowie das Formulieren von Kodierregeln in diesem Fall weniger von Bedeutung, da bei der Zuordnung der Fundstellen eine Orientierung an den Ankerbeispielen der induktiven Kategorienbildung erfolgen kann. Da die Vermutung besteht, dass sich aus der Einsicht in die Unterrichtspraxis weitere relevante Aspekte aufzeigen können, werden Unterrichtsstunden analysiert und mit der induktiven Kategorienbildung ausgewertet. Die im Rahmen dieser Vorgehensweise neu gewonnenen Kategorien werden in das bereits theoretisch begründete Kategoriensystem aufgenommen. Durch diesen Schritt wird die deduktive Vorgehensweise der Analyse um ein induktives Element ergänzt und somit eine Offenheit gegenüber weiteren bemerkenswerten Aspekten ermöglicht. Das überarbeitete Kategoriensystem dient schließlich als Grundlage für den endgültigen Materialdurchgang sowie die Auswertung und Darstellung der Ergeb-

nisse (vgl. Mayring 2010, S. 92ff.). Um den im deduktiven Verfahren schwach enthaltenen induktiven Anteil hervorzuheben, wurde das Ablaufmodell leicht modifiziert und um einen Verfahrensschritt ergänzt (vgl. Abb. 4.7).

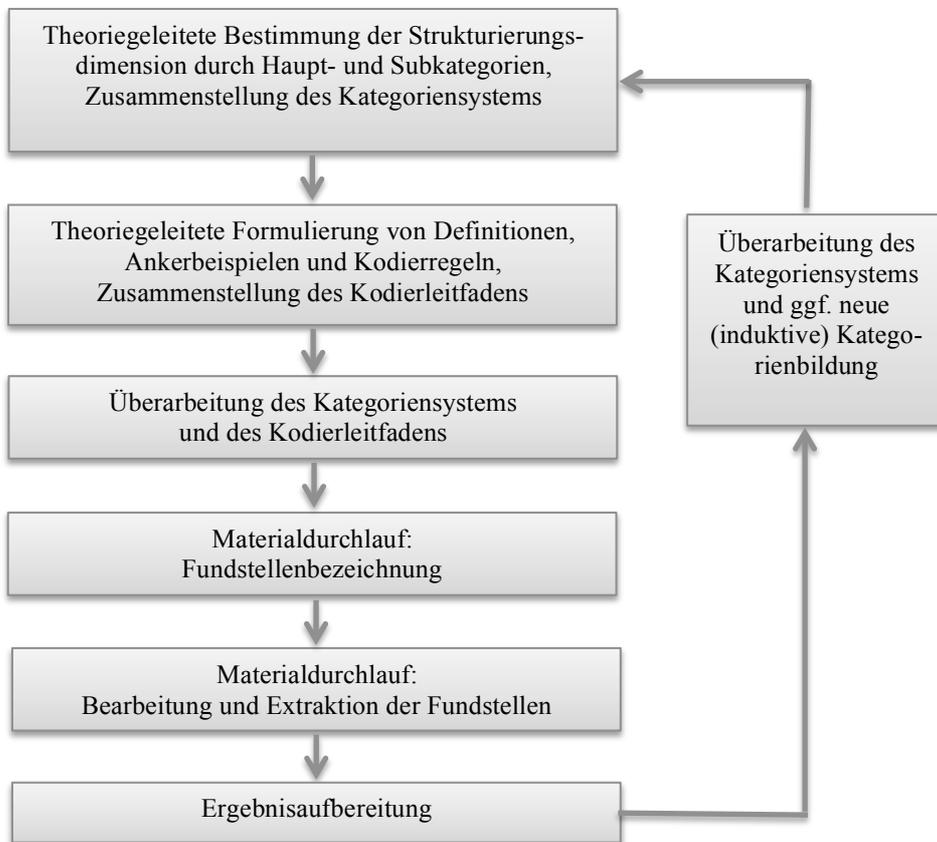


Abb. 4.7: Ablaufmodell der modifizierten strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2002)

4.4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Daten vorgestellt, die im Rahmen der ersten Projektphase zur Beantwortung der untersuchungsleitenden Fragen erhoben wurden (vgl. Kapitel 4.2). Zunächst werden die an Förderschulen für Hörgeschädigte vorliegenden Rahmenbedingungen geschildert. Besondere Schwerpunkte nehmen dabei die praktizierenden Lehrkräfte, die Schülerinnen und Schüler sowie ausgewählte organisatorische und strukturelle Besonderheiten der Schulform ein, die sich auf die konkrete Planung und Durchführung des Chemieunterrichts auswirken (vgl. Kapitel 4.4.1). Um Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigungen im Chemieunterricht beim Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu unterstützen, ist eine differenzierte Kenntnis über die im Unterricht auftretenden Lernschwierigkeiten im Hinblick auf das Konzept der diagnosege-

leiteten Förderung (vgl. Kapitel 3) ausschlaggebend. Von diesen Erkenntnissen können insbesondere Lehrkräfte an inklusiven Schulen profitieren, die in der Regel nicht über eine sonderpädagogische Ausbildung verfügen, aber aufgrund der aktuellen Veränderungen im Bildungssystem dazu angehalten sind, den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung für alle Lernenden zu ermöglichen. So werden im anschließenden Kapitel die Herausforderungen der Lernenden im Chemieunterricht ausführlich dargestellt (vgl. Kapitel 4.4.2). Danach wird am Beispiel von ausgewählten Schwerpunkten erörtert, welche Unterrichtsmaterialien die interviewten Lehrkräfte im Chemieunterricht einsetzen (vgl. Kapitel 4.4.3), bevor ihre Empfehlungen zur Entwicklung weiterer Fördermaßnahmen zusammengefasst werden (vgl. Kapitel 4.4.4). Abschließend werden aus den Ergebnissen resultierende Konsequenzen und weiterführende Forschungsfragen abgeleitet, die im weiteren Verlauf des Projektes eine Fokussierung erfahren (vgl. Kapitel 4.5). Da in der Untersuchung gemäß der Forschungsstrategie der methodischen Triangulation mehrere Erhebungsinstrumente eingesetzt werden (vgl. Kapitel 4.3), erfolgt die Darstellung der Ergebnisse zur Beantwortung der jeweiligen Untersuchungsfragen unter Einbeziehung aller dazu herangezogenen Datenquellen.

4.4.1 Allgemeine Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte

Aufgrund der geringen Untersuchungsergebnisse zu den spezifischen Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte werden die Lehrenden in den Interviews zu diesem Thema vertiefend befragt. Zu diesem Zweck werden die Lehrenden, die Schülerinnen und Schülern sowie die organisatorischen und strukturellen Begebenheiten der Schule als Untersuchungsschwerpunkte in den Blick genommen. Die im Rahmen der Datenauswertung gefundenen Kategorien sind in Tabelle 4.2. zusammengefasst.

Tab. 4.2: Kategoriensystem zu den Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte

Hauptkategorien	Subkategorien
Lehrende	Studium
	Qualifikation
	Tätigkeiten
Lernende	Kommunikationssysteme
	Förderbedarfe
Organisatorisch-strukturelle Begebenheiten	Curriculum
	Lehr- und Lernmaterialien
	Ausstattung
	Zeit

Da sich bereits durch die telefonische Vorbefragung angedeutet hat, dass an Förderschulen für Hörgeschädigte kaum ausgebildete Fachkräfte vorhanden sind, werden die Lehrenden zu ihrer universitären Ausbildung und ihren Qualifikationen sowie ihren Tätigkeiten an der Schule befragt. So geben alle befragten Lehrenden an, dass sie das Fach Chemie unterrichten, dafür jedoch nicht formal ausgebildet worden sind. Stattdessen wurden die befragten Lehrenden im Rahmen ihres Studiums der Sonderpädagogik entweder in einer anderen Naturwissenschaft oder im Fach Mathematik ausgebildet. Aufgrund des Fachlehrermangels wurden die Lehrkräfte an ihren Schulen gefragt, ob sie das Fach Chemie auch unterrichten können. Weiterhin haben sie als sonderpädagogische Förderschwerpunkte Hören und Kommunikation sowie Lernen gewählt, was einer häufig vorkommenden Kombination entspricht, da der Förderschwerpunkt Lernen am häufigsten auftritt¹⁶.

„[Studiert habe ich] Gehörlosenpädagogik, Lernbehindertenpädagogik und das Fach Biologie auf Sekundarstufe“¹⁷ (Interview L513).

„Also, ich hab Sonderpädagogik studiert mit dem Schwerpunkt [...] Gehörlosenpädagogik [...]. 2. Sonderpädagogische Fachrichtung ist Lernen. Und mein studiertes Fach ist Physik für Sekundarstufe I“ (Interview L221).

„Ja, ich bin Sonderschullehrerin, habe Sonderpädagogik studiert für Gehörlose und für Lernbehinderte. Und als Fachausbildung hab ich Mathematik und Theologie auf Primarstufe studiert“ (Interview L319).

¹⁶ In den neueren Studienordnungen (an der Universität zu Köln z.B. seit 2003) ist die Hinzunahme des Förderschwerpunktes Lernen für Studierende der Sonderpädagogik an vielen Universitäten verpflichtend.

¹⁷ Die Aussagen der Lehrenden sowie Schülerinnen und Schüler werden in der gesamten Arbeit inhaltlich und formal unverändert wiedergegeben. Demnach werden auftretende Fehler in Bezug auf die Orthografie und Interpunktion nicht gesondert gekennzeichnet.

Anders als im Fach Chemie scheint an Förderschulen für Hörgeschädigte mehr ausgebildetes Fachpersonal für den Bereich Biologie und Physik vorhanden zu sein. So handelt es sich bei den fünf interviewten Lehrkräften um eine Physikerin, zwei Biologinnen sowie einen Biologen und eine Mathematikerin. Über die Gründe für die seltene Wahl von Chemie als Studienfach bei Sonderpädagoginnen und Sonderpädagogen lässt sich nur spekulieren. Ein möglicher Grund dafür könnte allerdings sein, dass das Fach Chemie bei vielen Lernenden und Studierenden relativ unbeliebt ist, was durch zahlreiche Studien belegt werden konnte (z.B. Becker 1983, Pfeifer et al. 2002, Merzyn 2008b). Ein weiterer möglicher Grund für die häufige Wahl des Faches Biologie ist, dass der naturwissenschaftliche Unterricht an Förderschulen tendenziell stärker an das Fach Biologie und den Sachunterricht angelehnt ist und diese Fächer durch ihren offensichtlicheren Lebensweltbezug bevorzugt werden. So steht nach Angaben der Lehrkräfte an Förderschulen für Hörgeschädigte häufig das Fach Naturwissenschaften auf der Studentafel, wohingegen das Fach Chemie seltener unterrichtet wird. Des Weiteren scheint das Fach Chemie gegenüber den anderen Naturwissenschaften zum Teil einen geringeren Stellenwert an den Schulen zu haben, worauf bereits hingewiesen wurde (vgl. Kapitel 2.5), und nach Angaben einer Lehrkraft eher in Form von Projekten zu ausgewählten Themen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt wird.

„Aber ansonsten Chemie, (Pause) wird vielleicht in Ansätzen gemacht. Solche Projekte wie ‚Salz‘ oder so was. Das wird dann schon mal gemacht, (Pause) aber das wars dann eigentlich auch“ (Interview L47).

Damit die fachfremd unterrichtenden Lehrkräfte den Anforderungen des Faches Chemie oder der chemischen Perspektive im Fach Naturwissenschaften dennoch gerecht werden können, bilden sich die engagierten Lehrenden zumeist selbstständig oder durch Zertifikatskurse der Bezirksregierungen fort. Durch die Fortbildungen erwerben die Lehrenden ein fachwissenschaftliches Grundwissen und Kenntnisse über zentrale fachdidaktische und methodische Fragenstellungen zu ausgewählten Unterrichtsinhalten (vgl. z.B. Bezirksregierung Arnsberg 2014), wobei die Auswahl der Themen auf den Erwerb der chemischen Basiskonzepte ausgerichtet ist (vgl. KMK 2005, S. 8).

„Ich unterrichte Chemie seit ca. 5 Jahren und habe die Qualifizierungsmaßnahme der Landes- des Ministeriums für Chemielehrer gemacht“ (Interview L111).

„Ich hab jetzt von der Bezirksregierung das Angebot, dass ich ein Jahr lang eine Fortbildung mache und damit die Lehrbefähigung für die Sek I im Chemieunterricht erwerbe“ (Interview L319).

An dieser Stelle ist allerdings zu beachten, dass die Fortbildungen nicht auf die Belange von Förderschulen ausgerichtet sind, sodass die Lehrenden dazu angehalten sind, den Transfer auf die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler an Förderschulen selbstständig herzustellen. Spezifische Fortbildungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Förderschulen werden bisher kaum angeboten (vgl. Wagner & Bader 2006b, S. 191). Aufgrund dieser Tatsache wäre es sinnvoll, die Lehrenden bei der Gestaltung entsprechender Lernumgebungen und der dazu vorzunehmenden Wissenstransformation hinsichtlich der angesprochenen Zielgruppe zu unterstützen (vgl. Kapitel 2.3.1).

Aufgrund des erheblichen Fachlehrermangels unterrichten die Lehrenden zumeist als einzige Lehrkraft an ihren Schulen das Fach Chemie bzw. Naturwissenschaften, wie im folgenden Beispiel deutlich wird.

„Also, ich unterrichte fast alle Klassen oder hab fast alle Klassen bis zum letzten Schuljahr an unserer Schule [...] in Chemie unterrichtet (Interview L221).

„Englisch und Biologie fürs Gymnasium, Sekundarstufe I und II. Nach meiner Schwerhörigkeit bin ich dann hier zu dieser Förderschule in ((...)) gekommen. [...] weil Chemie und Physik kaum gemacht werden hier an der Schule bin ich derjenige, der das überhaupt irgendwie abdeckt“ (Interview L47).

Des Weiteren werden wegen des erheblichen Mangels an Fachpersonal auch Lehrende eingesetzt, die weder im Fach Chemie noch in der Sonderpädagogik ausgebildet sind. Eine Lehrkraft, die im Rahmen der Interviews befragt wurde, ist für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen ausgebildet und auf eigenen Wunsch aufgrund der eigenen Schwerhörigkeit an eine Förderschule für Hörgeschädigte versetzt worden, was aus dem zuvor dargestellten Beispiel hervorgeht. So ist dieser Lehrer dazu angehalten, sich sowohl in chemische Fachinhalte als auch in sonderpädagogische Grundlagen einzuarbeiten.

Neben dem regulären Chemieunterricht an der Schule übernehmen die Lehrenden häufig weitere Aufgaben oder haben zusätzliche Positionen in und außerhalb der Schule inne. So ist eine Lehrkraft als Konrektor tätig, während eine andere Lehrende den Vorsitz der Fachkonferenz Biologie sowie eine Stelle als Fachleiterin übernommen hat. Andere Lehrende

sind mittlerweile nur noch wenige Stunden an ihrer ursprünglichen Schule tätig, sondern werden hauptsächlich an integrativen bzw. inklusiven Schulen eingesetzt, um die dort beschulten Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung im Primarbereich zu unterstützen. Durch diese zusätzliche Tätigkeit erhalten die Lehrenden bereits erste Einblicke in die praktische Umsetzung der Inklusion an den Schulen.

„Ja, ich bin Konrektor, unterrichte im Moment 14 Stunden, und die sind alle im Bereich Chemie“ (Interview L111).

„Ja, ich hab den Vorsitz über die Fachkonferenz Biologie. Und, also, das ist ja schulintern. [...] Und das Außerschulische ist, dass ich auch Fachleiterin bin in der Ausbildung für Pädagogen für Schwerhörigen- und Gehörlosenpädagogik“ (Interview L513).

„Ich bin nicht mehr so viele Tage an der Schule, da ich noch im GU tätig bin“ (Interview L221).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Hinblick auf die Lehrenden gewisse Gemeinsamkeiten, aber durchaus auch Unterschiede vorliegen. So ist allen interviewten Lehrenden gemein, dass sie überwiegend als einzige Lehrkraft an ihrer Schule das Fach Chemie unterrichten. Sie sind für dieses Fach allerdings nicht ausgebildet, sondern haben eine andere Naturwissenschaft oder Mathematik studiert. Sie sind bis auf eine Lehrkraft für den Bereich Sonderpädagogik und die Förderschwerpunkte Hören und Kommunikation sowie Lernen ausgebildet. Vor allem im Hinblick auf die Qualifikation und die Zusatzaktivitäten bilden die Lehrenden eine stark heterogene Gruppe. So haben sich einige der Lehrenden über Zertifikatskurse der entsprechenden Bezirksregierungen fortgebildet, während andere sich im Selbststudium in die Lerninhalte eingearbeitet haben. Des Weiteren ist auch ein Gymnasiallehrer darunter, der aufgrund seiner Ertaubung an die Förderschule für Hörgeschädigte gekommen ist. Jenseits des regulären Fachunterrichts übernehmen die Lehrenden unterschiedliche Zusatzaufgaben innerhalb und außerhalb der Schule.

Wie die Lehrenden stellen auch die Lernenden eine heterogene Gruppe hinsichtlich ihrer Kommunikationssysteme und Förderbedarfe dar. So wird bereits durch die Fragebögen darauf hingewiesen, dass die Lerngruppen in Bezug auf ihre Kommunikation sehr heterogen sind, was Auswirkungen auf die Wissensvermittlung im Fachunterricht hat. Aus diesem Grund werden die Lehrenden in den Interviews zu diesem Aspekt vertiefend befragt.

Da aufgrund der geringen Zahl an gehörlosen Lernenden in einigen Bundesländern Gehörlosen- und Schwerhörigenschulen zusammengelegt wurden, werden diese an Schulen für Hörgeschädigte gemeinsam unterrichtet (vgl. Kapitel 2.4.5). Jedoch unterscheiden sich diese Lernenden nicht nur in ihrem Hörstatus, sondern auch in ihren lautsprachlichen und gebärdensprachlichen Fähigkeiten. Allerdings wird diese Trennung nicht in allen Bundesländern vorgenommen.

„Wir haben allerdings deutlich mehr Klassen, in denen einzelne gehörlose Schüler oder Schüler, die auf Gebärden angewiesen sind, (Pause) in Klassen unterrichtet werden, die nicht unbedingt auf Gebärden angewiesen sind“ (Interview L111).

„Wir haben ja unter einem Dach noch die Schule für Gehörlose und die Schule für Schwerhörige, also, wir trennen hier tatsächlich noch. Das heißt, in den Klassen dieser Schule für Gehörlose [...] da läuft eigentlich kaum ein Unterricht ohne gebärdensprachliche Unterstützung. Währenddessen in den Klassen der Schule für Schwerhörige eigentlich keine Gebärden verwendet werden. Das heißt, die Schüler sind da schon sehr lautsprachlich orientiert“ (Interview L513).

Aus diesem Grund sind die Lehrenden sehr bemüht, den unterschiedlichen kommunikativen Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler gerecht zu werden. Um die Entstehung von Kommunikationsbarrieren zu vermeiden, ist eine gegenseitige Rücksichtnahme der Lernenden und Lehrenden erforderlich. Dass dies nicht in jeder Situation gelingt, kann sowohl anhand der Videoaufnahmen als auch mithilfe der teilnehmenden Beobachtung nachgewiesen werden. Der folgende Ausschnitt eines Videotranskriptes zeigt eine Unterrichtssituation, in der eine Schülerin den Unterrichtsbeitrag einer anderen Lernenden nicht versteht. Sie wird von der Lehrkraft darauf hingewiesen, dass sie Hinweise geben soll, wenn sie etwas nicht verstanden hat oder die visuelle Lautsprachperzeption (vgl. Kapitel 2.4.4) zur Kommunikationsunterstützung stärker einbeziehen soll.

*„L319: Warum haben wir den Rotkohlsaft jetzt in die Eiskwürfelbeutel umgefüllt?
Wer kann das noch sagen? [...]*

Frida: Damit der nicht riecht und...

L319: Stimmt. Was hat sie gesagt?

Cedrik: Riechen, oder was? [...]

L319: Dann guck doch (zeigt auf den Mund)...

Melek: Die redet nie deutlich“ (Videotranskript 1, S. 11f.).

Allerdings gelingt es nicht in jeder Situation, dass gehörlose Schülerinnen und Schüler, die einzeln in lautsprachlich orientierten Klassen unterrichtet werden, das Unterrichtsgeschehen immer vollständig verfolgen können, was im folgenden Beispiel deutlich wird. Die Unterrichtsbeobachtung beschreibt die Situation von zwei gehörlosen Lernenden, die in einer Schwerhörigenklasse unterrichtet werden. Es wird deutlich, dass sie sich an den Unterrichtsgesprächen weniger beteiligen und in einem geringeren Austausch mit ihren Mitschülerinnen und Mitschülern stehen. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Lehrkraft immer wieder versucht, die beiden Lernenden in die Unterrichtsgespräche einzubinden.

Die Kommunikation im normalen Klassengespräch findet häufig auf der lautsprachlichen Ebene statt und wird um einige Gebärden zu den Schlagwörtern ergänzt. Die Schüler sitzen immer in U-Form, sodass sie die Lehrkraft gut sehen und auch von den Lippen ablesen können. Die meisten Schüler der Schwerhörigenklasse scheinen den Gesprächsverläufen folgen zu können, da sie sich an diesen auch rege beteiligen. Sie können sich lautsprachlich recht gut ausdrücken und verwenden recht selten Gebärden. In der Klasse sind allerdings noch zwei Schüler mit geringerem Hörvermögen, die untereinander recht viel mit Gebärdensprache kommunizieren. [...] Sie sitzen am weitesten vorne und kommunizieren mehr untereinander als mit den anderen Mitschülern. Sie führen auch gemeinsam die Experimente durch. Es fällt auch auf, dass sie sich an den Unterrichtsgesprächen weniger beteiligen. [...] Zwischendurch fragt L513 aber immer wieder bei den Schülern nach, ob sie alles verstanden haben oder stellt den Schülern gezielte Fragen zum Unterrichtsthema (Beobachtungsprotokoll 1, S. 2).

Neben den verwendeten Kommunikationssystemen unterscheiden sich die Lernenden auch in ihren Förderbedarfen. So werden auch die Lernenden gemeinsam unterrichtet, die noch in einem weiteren Bereich gefördert werden. Wie bereits erwähnt, tritt eine Lernbehinderung häufig in Kombination mit anderen Förderbedarfen auf (vgl. Kapitel 2.4.4).

„Wir haben einen deutlichen Anteil an lernbehinderten Schülern. Wir haben vereinzelt Schüler mit motorischem Entwicklungsbedarf und wir haben auch eine Schülergruppe [...] mit Förderbedarf Bereich geistige Entwicklung“ (Interview L111).

Das Vorhandensein von Lernenden mit weiteren Förderbedarfen kann ebenfalls durch die Unterrichtsbeobachtungen bestätigt werden. Dabei handelt es sich um eine Unterrichts-

situation, in der eine schwerhörige Schülerin mit dem zusätzlichen Förderschwerpunkt geistige Entwicklung von ihrer Schulbegleitung im Chemieunterricht unterstützt wird. Dabei wird die Schülerin vor allem bei der Bewältigung von Aufgaben und Abläufen von ihrer Schulbegleitung unterstützt.

Gina wird zusätzlich noch im Bereich geistige Entwicklung gefördert. Als Unterstützung hat sie eine Schulbegleitung, die ihr hilft, die Abläufe zu strukturieren und Aufgaben zu erledigen. In der Experimentierphase arbeitet Gina mit ihrer Schulbegleitung zusammen. Während die anderen Gruppen schon mit dem Versuchsaufbau angefangen haben, kramt Gina in ihrer Tasche herum und sucht etwas. Die Schulbegleitung fordert sie auf, die für den Versuch benötigten Materialien vom Lehrertisch zu holen. Gina holt dann alle Materialien nacheinander vom Lehrertisch an ihren Platz. Die Schulbegleitung kontrolliert, ob alle Materialien da sind. Danach beginnen sie gemeinsam mit dem Versuchsaufbau (Beobachtungsprotokoll 1, S. 3).

Wie im nächsten Beispiel deutlich wird, ist in vielen Förderschulen die Entwicklung zu verzeichnen, dass vermehrt Lernende mit zusätzlichem Förderbedarf dort beschult werden. So werden nach Angaben der Lehrenden die Schülerinnen und Schüler ohne zusätzliche Beeinträchtigungen verstärkt an inklusiven Schulen unterrichtet, während die Lernenden mit zusätzlichen Beeinträchtigungen an den Förderschulen verweilen. Wie bereits in Kapitel 2.4.5 angesprochen, werden zumeist Lernende mit hohen lautsprachlichen Kompetenzen inklusiv beschult. Angesichts der fortschreitenden Inklusion ist es vorstellbar, dass sich Förderschulen im Allgemeinen zu sogenannten „Restschulen“ entwickeln, an denen vornehmlich Lernende mit komplexeren Störungsbildern beschult werden, die für inklusive Schulen nicht in Betracht gezogen werden.

„Die Tendenz ist eben die, dass wir die Schüler, die ohne zusätzliche Schwierigkeiten, dass die doch im Gemeinsamen Unterricht beschult werden und wir zunehmend Schüler haben mit zusätzlichen Beeinträchtigungen, manchmal auch mit nem zusätzlichen Sch- Förderschwerpunkt. Also, es gibt auch Kinder hier an dieser Schule mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. [...] der Großteil ist, würd ich sagen, (Pause) eher im Bereich Lernen“ (Interview L221).

Zu den Lernenden an Förderschulen für Hörgeschädigte lässt sich zusammenfassend sagen, dass diese wie auch die Lehrenden insgesamt eine heterogene Gruppe bilden. Sie unterscheiden sich nicht nur in ihrem Hörstatus und ihren Sprachkompetenzen, sondern auch

hinsichtlich der Kommunikationssysteme, die sie im Unterrichtsgespräch nutzen. In einigen Bundesländern wird allerdings eine Trennung vorgenommen, sodass gehörlose und schwerhörige Lernende nicht gemeinsam unterrichtet werden. Weiterhin liegen bei vielen Schülerinnen und Schülern zusätzliche Beeinträchtigungen vor, die häufig im Bereich Lernen liegen. Zusätzlich zur grundsätzlichen Annahme über eine „Verschiedenheit der Köpfe“ nach Herbart (1807) resultieren auch aus den zusätzlichen Förderbedarfen viele verschiedene individuelle Bedürfnisse und Begabungen. So ist offensichtlich, dass ein hohes Maß an Flexibilität, diagnostischen Fähigkeiten sowie Differenzierungskompetenz aufseiten der Lehrkräfte gefordert ist, um den Schülerinnen und Schülern der hochheterogenen Lerngruppen gerecht werden zu können und den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung zu unterstützen. So sind also nicht nur Lehrende in (zukünftigen) inklusiven Lerngruppen mit einem hohen Maß an Diversität konfrontiert, sondern Förderschullehrende gleichermaßen. Allerdings ist zu beachten, dass Inhalte wie individuelle Förderung, Differenzierung und Diagnostik schon immer in den Modulen des Lehramts Sonderpädagogik integriert waren, während Studierende anderer Lehrämter mit diesen Inhalten häufig nur beiläufig zu tun haben und eher zufällig darauf stoßen (z.B. vgl. Werning et al. 2012).

So wie die Lehrenden und Lernenden die allgemeinen Rahmenbedingungen der Förderschule prägen, so ist dies auch für organisatorische und strukturelle Gegebenheiten der Fall. Dabei spielen in diesem Fall das Curriculum, Lehr- und Lernmaterialien, die Ausstattung sowie die Unterrichtszeit eine wichtige Rolle.

Mit den Kernlehrplänen, die von den Schulministerien konzipiert und veröffentlicht werden, erhalten Lehrende ein Rahmenkonzept für die inhaltliche Ausgestaltung ihres Unterrichts. Diese liegen für alle Fächer vor, wobei eine Trennung nach Schulformen und Schulstufen vorgenommen wird (vgl. MSW 2014b). Wie bereits erläutert, existieren für Förderschulen für Hörgeschädigte in den meisten Bundesländern allerdings keine eigenständigen Curricula, sodass die Lehrenden dazu angehalten sind, sich an den Kernlehrplänen der jeweiligen Regelschulform zu orientieren und entsprechend zu unterrichten (vgl. Kapitel 2.4.5). Da, wie bereits dargestellt, an Förderschulen aufgrund der Schüler- und Lehrerschaft besondere Bedingungen vorliegen, gelingt das Vorhaben zur Durchführung eines an Regelschulen orientierten Unterrichts nur selten. Dadurch besteht eine Diskrepanz zwischen den Kompetenzen in fachlichen Inhalten, die laut Lehrplan von den Lernenden erreicht werden sollten, und den Zielen, die am Ende der Sekundarstufe I tatsächlich erzielt werden. Nach Angaben der Lehrenden in der vorliegenden Studie handelt es sich lediglich

um eine Annäherung an das Curriculum der Regelschulen, da die bestehenden Anforderungen faktisch kaum erfüllt werden können. So wird auf die Frage nach den besonderen Herausforderungen im Chemieunterricht von einer Lehrperson „*das Erreichen-müssen des Regelschul-Lehrplans*“ (Fragebogen L513) genannt. Damit die Lehrenden nicht mehr dem Druck ausgesetzt sind, dem für Förderschulen wenig realistischen Lehrplan der Regelschulen entsprechen zu müssen, wäre es sinnvoll, ein für Förderschulen angemessenes Curriculum zu entwickeln. Solange allerdings kein eigenständiges Curriculum vorliegt, sollten Maßnahmen zur Entlastung der Lehrenden entwickelt werden, durch die es gelingt, die Lerninhalte zu transformieren und die Lernenden so an die formulierten Lernziele heranzuführen (vgl. Kapitel 2.6). Dabei könnten Lehr- und Lernmaterialien, die auf die Lernvoraussetzungen von Lernenden mit Hörschädigung abgestimmt sind, eine wertvolle Unterstützung darstellen. Aus den Angaben der Lehrkräfte und den Ergebnissen verschiedener Recherchen geht jedoch hervor, dass Lehr- und Lernmaterialien für Förderschulen kaum vorhanden sind.

„Und dann ist es so, dass es für Förderschulen ja nur wenige Schulbücher und Material gibt. Wir Lehrer müssen die Arbeitsblätter fast alle selbst erstellen und dann allen Schülern gerecht werden. Die Texte aus den Regelschulbüchern sind aber für die meisten Schüler einfach zu schwer, sodass wir diese Materialien meistens verändern oder stark vereinfachen müssen im Sinne der didaktischen Reduktion (Pause). Sonst sind die Inhalte für unsere Schüler einfach kaum zu schaffen“ (Interview L319).

Aus diesem Grund erstellen die Lehrenden meist ihre eigenen Unterrichtsmaterialien oder modifizieren Texte aus Regelschulbüchern, um die Lerninhalte für die Schülerinnen und Schüler zugänglich zu machen. Im Hinblick auf die Tatsache, dass die Lehrenden fachfremd unterrichten und mit einer hochheterogenen Lernerschaft konfrontiert sind, wird deutlich, dass die Förderschullehrenden vor erhöhte Anforderungen gestellt werden. Demzufolge würden sich die Lehrkräfte zur eigenen Entlastung neue Fördermaterialien wünschen, die auf die Bedürfnisse von Lernenden mit Hörschädigung abgestimmt sind.

Nach Angaben der Lehrkräfte verfügen ihre Schulen über eine unzureichende Ausstattung, die es kaum möglich macht, dass Experimente von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden können. So folgen auf die Frage nach den besonderen Herausforderungen im Chemieunterricht die folgenden Antworten zweier Lehrpersonen.

„[Die]Ausstattung des Chemieunterrichts mangelhaft: Lagerung der Chemikalien, fehlender Abzug...“ (Fragebogen L61).

„[Die] Ausstattung lässt kaum angemessene Schülerversuche zu“ (Fragebogen 224).

Für die Begründung von Lernerexperimenten liegen zahlreiche Argumente aus erkenntnistheoretischer und lernpsychologischer Sicht vor (vgl. Muckenfuß 2010, S. 19 ff.). Da es sich bei der Chemie um eine experimentelle Wissenschaft handelt, für die das Experimentieren als Arbeitsweise ein charakteristisches Merkmal darstellt und der Erkenntnisgewinnung dient, ist das Durchführen von Experimenten im Chemieunterricht unverzichtbar. Auch weil Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Unterricht erlernen sollen, bedarf es der Erfahrung eigenständig durchgeführter Versuche (vgl. Kapitel 2.1). Weiterhin können durch Experimente Lerninhalte veranschaulicht werden, die durch die Eigentätigkeit der Lernenden beim Experimentieren tendenziell besser behalten werden können (vgl. Barke & Harsch 2011, S. 103ff.). So haben Wagner & Bader (2006a) einen Katalog für eine Mindestausstattung an Laborgeräten und Chemikalien für Förderschulen mit dem Schwerpunkt Lernen zusammengestellt. Dieser Katalog wurde auf Grundlage des Lehrplans für den Lernbereich Naturwissenschaften entwickelt und soll der Erarbeitung grundlegender chemischer Konzepte mit den entsprechenden Schlüsselexperimenten dienen. Allerdings ist denkbar, dass die Ursachen der unzureichenden Ausstattung in den geringen finanziellen Mitteln der Schulen begründet liegen¹⁸, so dass die Zusammenstellung des Katalogs nur eine Orientierungshilfe darstellt.

Des Weiteren stellt die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit im Fach Chemie in zweierlei Hinsicht eine Herausforderung für den Chemieunterricht an Förderschulen dar. Auf der einen Seite findet aufgrund des bereits thematisierten Mangels an Fachpersonal grundsätzlich weniger Chemieunterricht statt. Auf der anderen Seite sind die Lehrenden der Ansicht, dass von vornherein mehr Zeit für den naturwissenschaftlichen Unterricht eingeplant werden müsste, um den Unterrichtsstoff zu vermitteln, der durch Curricula vorgeschrieben wird. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei den interviewten Lehrkräften häufig um die einzigen Lehrenden, die an den jeweiligen Schulen das Fach Chemie unterrichten, wobei es vermutlich nicht immer gelingt, alle Lerngruppen gleichermaßen zu berücksichtigen. So werden an einigen Schulen chemische Inhalte in Form von Projektwochen vermittelt, um

¹⁸ Der Hinweis auf die geringen finanziellen Mittel der Förderschulen stammt aus informellen Gesprächen mit den Lehrkräften.

den Mangel an durchgängigem Chemieunterricht auszugleichen. Auch aus dem folgenden Beispiel wird deutlich, dass die Herausforderungen im Chemieunterricht im Mangel an Fachpersonal begründet sind.

„Wegen eines Fachlehrermangels in Chemie [werden] eher weniger Stunden erteilt“ (Fragebogen L111).

An dieser Stelle wird deutlich, wie sich der Fachkräftemangel auf die ohnehin verkürzte Unterrichtszeit für das Fach Chemie auswirkt. Da die Lernenden mehr Unterrichtszeit erfordern, um die Lerninhalte zu lernen, und mehr Wiederholungen benötigen, stehe nach Angaben der Lehrkräfte generell weniger Zeit zur Verfügung, um neue Inhalte im Unterricht zu thematisieren.

„Man benötigt schon sehr viel Zeit zur Wiederholung der Inhalte der letzten Stunden, sodass man weniger Zeit hat, sich auf neue, unbekannte Inhalte zu konzentrieren“ (Fragebogen 153).

„Mit Gehörlosen muss der komplette Unterricht bzw. alle Fachgebärden vertieft werden [...] dazu fehlt oft die Zeit“ (Fragebogen L193).

Nach Angaben der Lehrenden liegt die Ursache darin vor allem in den Lernschwierigkeiten und den verschiedenen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler begründet, die es erfordern, bestimmte Aspekte und Inhalte des Chemieunterrichts zu vertiefen. Wie in Kapitel 4.4.2 ausführlich dargestellt wird, benötigen die Lernenden mehr Zeit und Unterstützung, um insbesondere Fachbegriffe zu lernen. Weiterhin ist es erforderlich, bestimmte Lerninhalte mit gehörlosen Lernenden, die überwiegend in gemischten Klassen unterrichtet werden, auf gebärdensprachlicher Ebene zu vertiefen. Wie bereits zuvor dargestellt, gelingt es nicht in jeder Situation, dass gehörlose Lernende, die in Schwerhörigenklassen unterrichtet werden, die Unterrichtsgespräche vollständig verfolgen können.

Aus den Darstellungen zu den allgemeinen Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte wird einerseits deutlich, dass die vorliegende Situation in vielerlei Hinsicht als verbesserungswürdig einzustufen ist. Andererseits kann herausgestellt werden, welchen Anforderungen Förderschullehrkräfte in ihrem Unterrichtsalltag gerecht werden müssen. So unterrichten sie meist als einzige Lehrkraft an der Schule das Fach Chemie ohne die entsprechende Fachausbildung und müssen dabei hochheterogenen Lernergruppen gerecht werden. Weiterhin haben sie die Aufgabe, eigenständig Lehr- und Lernmaterialien zu ent-

wickeln, die für Förderschulen für Hörgeschädigte kaum vorhanden sind, und die Kernlehrpläne der Regelschulen einzuhalten, was den Lehrenden hoch anzurechnen ist. Aus diesem Grund wäre es zur Entlastung der Förderschullehrenden erforderlich, Maßnahmen zur Differenzierung zu entwickeln, um den Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte zu unterstützen und zu verbessern, was langfristig zu einer Verbesserung des Unterrichts an inklusiven Schulen führen kann. Beispielsweise könnten zur Unterstützung der fachfremden Lehrkräfte Fortbildungen angeboten werden, die auf die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung abgestimmt sind. Weiterhin ist denkbar, entsprechende Lehr- und Lernmaterialien zu entwickeln, die auch in der inklusiven Beschulung genutzt werden können. Um spezifischere Informationen darüber zu erhalten, in welchen Bereichen die Lernenden besonders auf zusätzliche Unterstützung angewiesen sind, ist es erforderlich, die Herausforderungen der Lernenden zu diagnostizieren. So werden im folgenden Kapitel die Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigungen beim Lernen von Chemie ausführlich dargestellt.

4.4.2 Herausforderungen der Lernenden im Chemieunterricht

Nachdem nun die allgemeinen Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte verdeutlicht wurden, sollen als Nächstes die für die Zielgruppe spezifischen Lernschwierigkeiten im Chemieunterricht fokussiert werden. Die folgenden Darstellungen sind insbesondere für Lehrkräfte an inklusiven Schulen von Interesse, da sie Hinweise darauf geben, in welchen Bereichen sie die Schülerinnen und Schüler beispielsweise durch geeignete Differenzierungsmaßnahmen unterstützen sollten. Die Kategorien zu den Herausforderungen der Lernenden, die im Rahmen der qualitativen Inhaltsanalyse generiert wurden, sind in Tabelle 4.3. zusammengefasst. Zu den Hauptkategorien zählen die Sprache, das Vorwissen und naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen, denen eine Reihe von Subkategorien untergeordnet ist. Insbesondere die Fachsprache sowie Aspekte der Erkenntnisgewinnung stellen wesentliche Voraussetzungen für den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung dar (vgl. Kapitel 2.1 und 2.2).

Tab. 4.3: Kategoriensystem zu den Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler

Hauptkategorien	Subkategorien
Sprache	Allgemeine Sprachkompetenz
	Fachsprache und -begriffe
	Fachgebärden
Vorwissen	Alltagswissen und -erfahrungen
	Gespräche mit den Eltern
	Mediennutzung
Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	Hypothesenbildung
	Versuchsanleitungen folgen
	Versuche beschreiben
	Abstrakte Modelle und Konzepte
	Problemorientiertes Denken
	Verbinden von Zusammenhängen

Wie aus den Fragebögen, Interviews und Unterrichtsbeobachtungen einstimmig hervorgeht, werden die Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Chemie durch ihre besonderen Herausforderungen im Bereich der Sprache und Kommunikation hervorgerufen. In Kapitel 2.4.4 wurde ausführlich dargestellt, dass die sekundären Auswirkungen des Hörverlustes in den meisten Fällen in diesen Bereichen liegen. Weiterhin berühren diese Auswirkungen nicht nur die lautsprachlichen Fähigkeiten, sondern auch den Erwerb der Schriftsprache. In diesem Zusammenhang werden insbesondere die Lesefähigkeit, das Textverständnis sowie das lexikalische Wissen der Schülerinnen und Schüler thematisiert, wie im folgenden Beispiel deutlich wird.

„[Die] allgemeine Sprachkompetenz besonders im Bereich Wortschatz [...], Formulierungen [ist] eingeschränkt“ (Fragebogen L102).

Diese Einschränkungen in der allgemeinen Sprachkompetenz wirken sich wiederum auf den Fachunterricht aus, sodass zum Beispiel eigenständige Recherchen im Unterricht mit Schwierigkeiten verbunden sind. Texte aus Regelschulbüchern stellen nach Angaben der Lehrenden für die Lernenden eine große Herausforderung dar, sodass diese im Unterricht weniger berücksichtigt werden können. Allerdings liegen, wie bereits in Kapitel 4.4.1 dargestellt, kaum Unterrichtsmaterialien für Förderschulen für Hörgeschädigte vor, die zur Förderung der Lernenden hilfreich sein könnten. Weitere Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Lesekompetenz werden in den folgenden Aussagen der befragten Lehrkräfte geschildert.

„[Die] eigenständige Recherche [fällt] z.T. schwieriger, da Lesekompetenz oft eingeschränkt“ (Fragebogen L72).

„[Das] Lesen von Texten [...], Texte aus Regelschulbüchern sind teilweise zu schwer“ (Fragebogen L319).

Da bei den Lernenden bereits Einschränkungen im Bereich des Wortschatzes vorliegen, ist das Erlernen der chemischen Fachsprache für die Schülerinnen und Schüler mit größeren Herausforderungen verbunden.

„Da die ‚Sprache‘ stark eingeschränkt ist, kommt auch nur schwer die fachbezogene Kommunikation zustande (je nach Klasse!)“ (Fragebogen L224).

„Adäquate Fachbegriffe/Fachsprache verwenden“ stellt nach Angaben einer Lehrkraft für die Lernenden eine besondere Herausforderung dar, da „schon ‚alltägliche‘ Begriffe nicht bzw. nur ungesichert da [sind]“ (Fragebogen L513). An dieser Stelle bestätigt sich die zentrale Rolle der Alltagssprache für den Erwerb der Fachsprache, was in den theoretischen Grundlagen unter anderem in Form der Thesen von Merzyn (1998a und 1998b) sowie Ausführungen von Cummins (1979) und Wagenschein (1970) dargestellt ist und durch aktuelle Literatur erneut bestätigt wird (vgl. Kapitel 2.2.1).

Da bereits alltagssprachliche Begriffe bei den Lernenden nicht immer vorhanden sind, ist es im Chemieunterricht erforderlich, nicht nur das Anwenden von Fachbegriffen und den Erwerb der Fachsprache anzuregen, sondern auch Bereiche zu fördern, die den allgemeinen Sprachschatz betreffen. Weiterhin ist das Klären der Bedeutungsinhalte von Fachbegriffen zu unterstützen, besonders wenn sich dahinter abstrakte chemische Konzepte verbergen. Nur wenn den Lernenden die Bedeutungen der Fachbegriffe klar sind, können diese korrekt und sinnvoll in Unterrichtsgesprächen verwendet werden.

Dass bei den Lernenden sprachliche Abweichungen vorliegen und Fachbegriffe nicht immer vorhanden sind, konnte ebenfalls in den Unterrichtsbeobachtungen bestätigt werden. Der folgende Ausschnitt eines Videotranskriptes einer 9. Klasse beschreibt ein Unterrichtsgespräch, in dem eine Lehrkraft die Versuchsanleitung eines von den Lernenden durchzuführenden Versuchs bespricht. Dabei wird deutlich, dass der Begriff „Trichter“ im Wortschatz der Lernenden nicht vorhanden ist, wobei ihnen der Verwendungszweck des Trichters allerdings wohl bekannt ist.

„L319: Was bedeutet filtrieren?

Cedrik: Ich glaube, wie...

Melek: Zum Beispiel, wenn man dieses Ding hat (zeigt auf den Trichter), diese weiße Ding da.

Valli: Trichter.

Melek: Dann muss man das reintun, damit die Rotkohlblätter da bleiben und die Wasser kommt unten raus“ (Videotranskript 1, S. 8).

Dass das Vorhandensein grundlegender sprachlicher Fähigkeiten ohne Zweifel eine wichtige Voraussetzung für den Lernerfolg und den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung darstellt, wurde bereits in den theoretischen Grundlagen umfassend beschrieben (vgl. Kapitel 2.2). Das zuvor dargestellte Beispiel entspricht dem von Leisen & Berge (2005) eingebrachten Einwand, insbesondere im Hinblick auf Lernende mit geringeren sprachlichen Fähigkeiten, dass ein fachsprachlich nicht adäquat formulierter naturwissenschaftlicher Sachverhalt nicht zwingend auf ein mangelndes Verständnis zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 2.2.1). Nach Untersuchungen von Tajmel (2011) werden in naturwissenschaftlichen Fächern recht hohe sprachliche Anforderungen gestellt, allerdings sind im Gegensatz zu fachlichen Lernzielen sprachliche Lernziele häufig nur implizit vorhanden. Diese müssen stärker transparent gemacht und explizit gefördert werden. Gerade der Chemieunterricht liefert durch das Experimentieren und Modellieren eine Auseinandersetzung mit der Fachsprache, sodass es möglich ist, die Lernenden in diesem Kontext gut zu fördern. Dieses Vorhaben könnte durch geeignete Fördermaterialien unterstützt werden.

Weiterhin können Fachgebärden zu einer fachbezogenen Kommunikation im Chemieunterricht beitragen. Allerdings liegen Fachgebärden nach Angaben der Lehrkräfte nur in geringer Zahl vor. So beschreibt eine Lehrperson, dass sie zwar hohe gebärdensprachliche Kompetenzen aufweist, ihr aber die Fachgebärden zu verschiedenen chemischen Fachbegriffen nicht bekannt sind. Eine weitere Lehrkraft beschreibt, dass die entsprechenden Fachgebärden häufig fehlen und die Lerninhalte aus diesem Grund nicht im vollen Umfang an gehörlose Lernende vermittelt werden können.

„Trotz sehr guter DGS-Kompetenz sind mir chemische Fachbegriffe in der DGS (z.B. Nitrat, Alkane, Destillation...) nicht bekannt“ (Fragebogen L132).

„[Die] nötigen Fachgebärden fehlen oft, so dass die Inhalte nur schwer an gehörlose, auf Gebärden angewiesene Schüler in ausreichender Form vermittelt werden können“ (Fragebogen L146).

Nun scheint es weniger der Fall zu sein, dass die Fachgebärden nicht bekannt sind, sondern vielmehr, dass diese in der Deutschen Gebärdensprache schlicht kaum vorhanden sind. Weiterhin wird von den Lehrenden beschrieben, dass die vorhandenen Fachgebärden zum Teil sehr ähnlich und daher wenig differenziert erscheinen. Auf das Fehlen sowie auf die Ähnlichkeit der Fachgebärden wurde bereits in den theoretischen Grundlagen hingewiesen (vgl. Kapitel 2.5). So werden mittlerweile beispielsweise die Gebärden für Luft und Sauerstoff stärker voneinander unterschieden, um Fehlvorstellungen vorzubeugen. Jedoch sind nach Angaben einer Lehrkraft die Gebärden der Metalle und Elemente als Beispiele für Fachgebärden zu nennen, die immer noch identisch sind.

„Aber es ist immer ein bisschen schwierig damit. [...] Und wenn man dann nachguckt bei den verschiedenen Metallen oder schon die Elemente. Die Gebärden sind (Pause) meistens identisch. [...] Die Gebärde für Metall ist auch die für viele der metallischen Elemente“ (Interview L111).

Zudem sind die vorhandenen Fachgebärden nach Angaben der Lehrenden für bestimmte Begriffe nicht einheitlich, was zu Missverständnissen in den Unterrichtsgesprächen im Chemieunterricht führen kann. Der Grund dafür mag einerseits im Fehlen eines einheitlichen Fachgebärdenlexikons liegen und andererseits darin begründet sein, dass in der Gebärdensprache regionale Unterschiede auftreten, die von der Standardsprache abweichen. Wie bereits dargestellt, liegen in der Gebärdensprache wie auch in jeder anderen Lautsprache sprachliche Varietäten vor (vgl. Kapitel 2.4.4). Allerdings sind diese Besonderheiten in der deutschen Sprache anders als in der deutschen Gebärdensprache nicht an Fachbegriffe geknüpft. Wie im folgenden Beispiel geäußert wird, wäre es insbesondere für gehörlose Lernende eine große Unterstützung, wenn hinsichtlich der Fachgebärden keine Dialekte einbezogen und ein einheitliches Fachgebärdenlexikon festgelegt werden würde.

„Also, den gebärdenden Schülern wär's sicherlich schon ne große Hilfe, wenn wir die...wenn wir dafür die entsprechenden Gebärden hätten und sie nicht damit rechnen müssen, dass wenn sie sich mit 'nem [...] Schüler aus Köln verständigen, dass dann da andere Gebärden gebraucht werden, weil es eben nicht im Lexikon niedergelegt ist, ne. Das wär schon mal ein wichtiger Schritt“ (Interview L111).

Auch im Hinblick auf die Entwicklung der Scientific Literacy, die sich als übergeordnetes Leitziel auch außerhalb schulischer Institutionen äußern soll, stellt das Vorhandensein eines einheitlichen gebärdensprachlichen Fachvokabulars eine bedeutende Unterstützung dar. Die Lehrenden setzen dann als Strategie, um mit den uneinheitlichen Fachgebärden umzugehen, ein offenes Thematisieren mit den Schülerinnen und Schülern ein. So einigen sie sich anschließend gemeinsam darauf, welche Gebärde nun verwendet werden soll, und entscheiden dies nach Kriterien wie Bekanntheit und der Erfahrung der Lernenden.

„Ja [...] begegnet mir auch relativ häufig, dass die Gebärden nicht einheitlich sind. [...] Ja, wir entscheiden dann so relativ kurzfristig und intuitiv in der Gruppe, was meint ihr denn, ist das jetzt gängiger, oder habt ihr das jetzt öfter gehört- gesehen, gehört, praktiziert? Und versuchen uns dann auf eine Gebärde zu verständigen“ (Interview L221).

Da die Fachgebärden nur in geringer Zahl vorliegen, in den Unterrichtsgesprächen aber durchaus benötigt werden, entwickeln Lehrende und Lernende häufig neue Gebärden und legen deren Bedeutung fest, wie aus der folgenden Aussage eines Lehrenden hervorgeht. Diese Gebärden werden dann in einem Kurs fixiert und gegebenenfalls auch in anderen Kursen verwendet. Um zumindest die Entwicklung eines schulinternen Fachgebärdenlexikons anzubahnen, werden die Gebärden nach Angaben der Lehrkraft fotografiert und zum Nachschlagen für die Lernenden hinterlegt.

„Dann führen wir eigene Gebärden ein. [...] In den jüngeren Klassen machen wir davon Fotos, und dann ist das eben die Gebärde dafür in dem Kurs oder auch dann, meistens übertrage ich das dann in die nächsten Kurse, dann werden die Schüler sich nicht beschweren. Dann ist das dann sozusagen eine Chemieschulgebärde. [...] Die ist dann vereinbart und ist gegebenenfalls durch Fotos zu hinterlegen oder nachzugucken für die Schüler“ (Interview L221).

Aus nachvollziehbaren Gründen wird von den Lehrenden der Wunsch geäußert, im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes ein Fachgebärdenlexikon für den naturwissenschaftlichen Bereich zu entwickeln. Dabei handelt es sich jedoch um ein recht schwieriges Unterfangen, das im Rahmen des Forschungsprojektes nicht erfüllt werden kann. So wurden im angloamerikanischen Raum bereits erste Versuche unternommen, ein Fachgebärdenlexikon für den naturwissenschaftlichen Bereich zu erstellen. Dabei haben sich das Vorliegen uneinheitlicher Fachgebärden und das Finden von Fachgebärden für

naturwissenschaftliche Konzepte und Begrifflichkeiten als große Herausforderung herausgestellt (vgl. Spencer & Marschark 2010, S. 147). Weiterhin entwickelt sich die Gebärdensprache und damit auch fachbezogene Gebärden stetig weiter, wie es auch in jeder anderen Sprache der Fall ist, insbesondere durch den Bedarf und die Verwendung bestimmter Begriffe von Personen oder Personengruppen. So könnte ein Fachgebärdenlexikon beispielsweise aus dem Gebrauch und der Verwendung von gehörlosen Chemikerinnen, Chemikern, Laborpersonal oder Chemielehrenden entstehen (vgl. Schmitt-Sody 2014), weniger aber durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vorgegeben werden. Aus diesen nachvollziehbaren Gründen ist es also nicht möglich, Fachgebärden für den naturwissenschaftlichen Bereich von vornherein zu bestimmen. Dennoch könnten die Lehrenden von Schulen für Hörgeschädigte ein Netzwerk aufbauen, bekannte und häufig verwendete Fachgebärden darin zusammenfassen, sodass diese auch für die anderen Förderschulen und inklusive Schulen zugänglich sind. Die Entwicklung eines bundesweiten Fachgebärdenlexikons für den naturwissenschaftlichen Unterricht könnte auf diese Weise zumindest angebahnt werden, wie es auch im zuvor dargestellten Beitrag eines Lehrenden auf schulinterner Ebene bereits geschieht. Das Vorhandensein eines schulübergreifenden Fachgebärdenlexikons könnte einen wesentlichen Beitrag zum Erwerb der Scientific Literacy leisten, die sich als naturwissenschaftlicher Beitrag zur Allgemeinbildung insbesondere außerhalb des schulischen Kontextes bewähren soll (vgl. Kapitel 2.1). Allerdings muss die Bedeutung der meist theoriegeladenen chemischen Fachbegriffe erarbeitet werden, was eine andere Herausforderung darstellt (vgl. Kapitel 2.2).

„Also, die Gebärde ist ja auch nur die Worthülse letztendlich. Den Begriff muss ich ohnehin erarbeiten, was noch mal seine eigene Schwierigkeit hat“ (Interview L111).

So könnten Fachgebärden zweifelsohne die Unterrichtskommunikation an Förderschulen für Hörgeschädigte bereichern. Das Erarbeiten der Begriffsbedeutung und der chemischen Konzepte wird durch das Vorhandensein der Fachgebärden jedoch nicht ersetzt.

Neben alltagssprachlichen Fähigkeiten stellt das Vorwissen eine bedeutende Voraussetzung insbesondere für das kumulative Lernen dar, da die Aufnahme von neuen Informationen und Inhalten tendenziell besser gelingen kann, wenn die neuen Lerninhalte mit dem bereits bekannten Wissen im Fachunterricht verknüpft werden können. Des Weiteren kann das schon vorhandene Wissen als eine Art Prädiktor für den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler bezeichnet werden (vgl. Weinert & Gräber 1993, S. 35 f., Klauer &

Leutner 2010, S. 304ff.). Dieser Zusammenhang wurde bereits mehrfach von Merzyn (1998a und 1998b) hinsichtlich der Voraussetzung der Alltagssprache für den Erwerb der Fachsprache angeführt. Vorhandenes (sprachliches) Wissen kann in den Chemieunterricht eingebracht und darauf aufbauend neues bereichsspezifisches Wissen erworben werden. Die befragten Lehrenden beschreiben allerdings, dass das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler in den Gesprächen im Chemieunterricht kaum genutzt werden kann, da es ihnen an ausreichender Alltagserfahrung sowie an Alltagswissen fehlt. So liegen weniger Möglichkeiten vor, eine Verknüpfung zwischen den Alltagserfahrungen der Lernenden und den im Chemieunterricht behandelten Phänomenen herzustellen, wie im Folgenden deutlich wird. Nach Angaben einer Lehrperson liegt bei den Lernenden ein „*teilweise rudimentär ausgeprägtes Allgemeinwissen [vor], dass es schwer macht, an Phänomene anzuknüpfen*“ (Fragebogen L153). Weiterhin divergiert das existierende Vorwissen innerhalb der Lerngruppen sehr stark, wie im Beispiel einer Lehrenden beschrieben wird. Als Beispiel nennt sie das Vorwissen der Lernenden zur Nuklearkatastrophe von Tschernobyl, das zwischen einem nicht vorhandenen bis detailliertem Vorwissen stark voneinander abweicht. So beschreibt eine Lehrperson im Folgenden, dass die besonderen Herausforderungen im Chemieunterricht im unterschiedlichen Vorwissen der Lernenden begründet liegen.

„[Das] Umweltwissen¹⁹ ist sehr unterschiedlich in den Klassen vorhanden – z.B. Tschernobyl zum ersten Mal gehört bis detailliertes Vorwissen“ (Fragebogen L103).

In so heterogenen Lerngruppen besteht für die Lehrkraft beispielsweise die Möglichkeit, alle Schülerinnen und Schüler durch Unterrichtsgespräche oder kooperatives Lernen auf einen ähnlichen Wissensstand zu bringen. Weiterhin ist es möglich, dass die Lehrperson im Sinne der Differenzierung unterschiedliche Lernangebote schafft, die von den Schülerinnen und Schülern je nach Wissensstand bearbeitet werden können. In jedem Fall stellt es für die Lehrenden eine besondere Herausforderung dar, Lernende mit so unterschiedlichem Vorwissen zu unterrichten und zu fördern. Das Vorliegen unterschiedlicher Vorkenntnisse konnte auch durch die Videoaufnahmen nachgewiesen werden. Der folgende Ausschnitt aus dem Videotranskript zeigt ein Unterrichtsgespräch, das vor der Durchführung eines Schülerexperiments stattfindet. Die Lehrperson fragt die Lernenden, woran sie das Kochen des Wassers erkennen können, woraufhin die Lernenden ihre Ideen äußern.

¹⁹ Die Begriffe Umweltwissen und Weltwissen werden in der Sonderpädagogik häufig im Sinne von Vor- oder Alltagswissen verwendet (vgl. Nußbeck 2007, S. 152, Walter & Wember 2007, S. 663).

„L319: [...] Wann kocht das Wasser? Wie können wir das sehen?

Cedrik: Ganz unterschiedlich, wie schnell das ist.

Giovanni: Wenn es eine andere Farbe ist.

L319: Bis das andere Farbe ist nicht.

Melek: Nein, damit das so geht (zeigt die Gebärde KOCHEN) und dann die Farbe rauskommt.

L319: Was ist denn kochen? Wie sieht man das Kochen? Du hast es richtig mit den Händen beschrieben. Woran siehst du das? Dass das Wasser kocht.

Melek: Ja, wegen dem Bunsenbrenner.

L319: Woran siehst du, dass Wasser kocht?

Valli: Dann an der Wasseroberfläche, dann kommt da so Sprudel, oder so.

L319: Das sprudelt so ein bisschen an der Oberfläche bewegt es sich und es kommt?

Jannes: Schaum.

L319: Schaum?

Melek: Verdampft.

L319: Das verdampft. Bei wie viel Grad verdampft Wasser? Wie heiß ist das dann?

Cedric: Wie Lava ungefähr.

Valli: Über 100°“ (Videotranskript 1, S. 7f.).

Die Vorschläge der Lernenden dieser 9. Klasse lassen einige Einblicke in das Vorwissen sowie in die Erwartungen hinsichtlich des durchzuführenden Versuches zu. Die Antwort des Schülers (Giovanni), dass Wasser kocht, wenn sich die Farbe verändert hat, bezieht sich ganz konkret auf den durchzuführenden Versuch, in dem Rotkohlsaft hergestellt werden soll, und die Erwartungen, welche die Schülerin an das Versuchsergebnis hat. Ein anderer Schüler (Cedrik) weist zunächst einmal darauf hin, dass Wasser unterschiedlich schnell zu kochen beginnt. Eventuell resultiert diese Tatsache aus einer Alltagserfahrung beim Kochen auf einer bereits vorgeheizten Platte und einer anderen Kochplatte, die zuvor nicht in Verwendung war. Aus einer anderen Äußerung geht hervor, dass die Lernende (Melek) davon ausgeht, dass das Kochen grundsätzlich mit dem Bunsenbrenner zu tun hat. Weiterhin wird von einem Lernenden (Valli) geäußert, dass beim Kochen ein Sprudeln zu beobachten sei, ein anderer Schüler (Jannes) spricht von einer Schaumbildung. Die Schaumbildung könnte eventuell aus einer Beobachtung beim Kochen von Nudeln resultieren, da diese häufig durch das Aufquellen der Stärke aus den Nudeln entsteht. Der Kommentar einer Lernenden, dass das Wasser dabei verdampft und dies bei einer Temperatur

von über 100°C geschieht, kann als fachlich adäquate quantitative Einschätzung eingestuft werden. Im Hinblick auf den Vergleich des Schülers (Cedrik) zwischen der Temperatur von Wasser und Lava sind verschiedene Interpretationsansätze denkbar. Auf der einen Seite kann der Vergleich grundsätzlich als eine qualitative Einschätzung aufgefasst werden, in der aus der Perspektive des Schülers Lava vermutlich stellvertretend für eine sehr hohe Temperatur und eine starke Hitze steht. Auf der anderen Seite könnte es sich um eine Fehleinschätzung handeln, in der er die tatsächliche Siedetemperatur des Wassers mit der Temperatur der Lava ungefähr gleichsetzt, was auf ein geringes Alltagswissen schließen lässt. Im Allgemeinen ist anzunehmen, dass durch das Unterrichtsgespräch die Lernenden einen fachlich adäquaten Wissensstand im Hinblick auf das Kochen von Wasser sowie dessen Siedetemperatur erworben haben.

Als Ursachen für das geringe Vorwissen sehen die Lehrenden vor allem die zu selten stattfindenden Gespräche mit den Eltern und das Mediennutzungsverhalten der Lernenden. Grundsätzlich wird im Regelunterricht davon ausgegangen, dass bei Lernenden bereits ein Vorwissen über naturwissenschaftliche Themen aus ihrer Alltagswelt vorliegt, welches sie insbesondere aus Sachbüchern, Kinderzeitschriften und aus dem Fernsehen erworben haben (vgl. Barke & Harsch 2011, S. 93). Allerdings kann das Vorhandensein dieses Vorwissens aus den Medien nicht bei allen Schülerinnen und Schülern vorausgesetzt werden. Wie auch in der Literatur die Entwicklung des Vorwissens immer wieder mit der Nutzung von Medien in Verbindung gebracht wird (vgl. Rasche 2009, S. 49, Grosch & Gidion 2011, S. 20), ebenso führen auch die Lehrenden das geringe Vorwissen der Schülerinnen und Schüler auf ihr Mediennutzungsverhalten zurück. Medien können von Lernenden mit Hörbeeinträchtigung, verglichen mit Schülerinnen und Schülern ohne Hörverlust, häufig in einem geringeren Umfang genutzt werden. Informationen aus Medien wie Fernsehen oder Radio werden aufgrund der eingeschränkten auditiven Perzeptionsfähigkeit weniger aufgenommen. Des Weiteren können aufgrund der zuvor dargestellten Herausforderungen im sprachlichen Bereich Informationen aus Zeitschriften, Büchern und dem Internet weniger genutzt werden; ebenso wie beiläufige Informationen aus Fernseh- oder Radiobeiträgen und Gesprächen, die jedoch einen erheblichen Beitrag für die Entwicklung des (Vor-) Wissens leisten können (vgl. Kapitel 2.4.4). Aus diesem Grund ist es enorm wichtig, für den Unterricht relevante Informationen explizit zu vermitteln und gegebenenfalls Rückfragen zu stellen, um zu versichern, dass die Informationen auch aufgenommen worden sind. So beschreibt eine Lehrkraft im angeführten Beispiel das geringe Vorwissen der Lernenden, welches auf das Mediennutzungsverhalten zurückgeführt wird. Das Umweltwissen ist nach

Angaben der Lehrperson deshalb geringer, „*da Medien nicht so gut genutzt werden können* → z.B. *TV wird nicht auditiv im vollen Umfang verstanden oder Internet: Schriftsprache wird nicht gut genug beherrscht*“ (Fragebogen L132).

Auf der einen Seite lässt diese Tatsache darauf schließen, dass Unterrichtsmedien wie beispielsweise Lehrfilme und Zeitungsbeiträge generell seltener für den Chemieunterricht genutzt werden können. Auf der anderen Seite bietet der Einsatz von Medien im Chemieunterricht zur Veranschaulichung von Lerninhalten und vor dem Hintergrund der sprachlichen Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler ein großes Potenzial. Da die Entwicklung einer Medienkompetenz eine gesellschaftliche Schlüsselqualifikation darstellt, sollte der Erwerb derselben auch im Unterricht entsprechend angeregt und gefördert werden (vgl. Weiß & Bader 2010, S. 332). Aus diesem Grund ist es erforderlich, für die Lernenden nutzbare Medien bereitzustellen oder bereits vorhandene Medien entsprechend aufzubereiten (z.B. durch die Untertitelung von Lehrfilmen in *Leichter Sprache*).

Als weitere Ursache für das geringe Vorwissen vieler Schülerinnen und Schüler werden die zu selten stattfindenden Gespräche mit den Eltern gesehen. So geben die Lehrenden an, dass das Vorwissen von gehörlosen Lernenden mit hörenden Eltern am geringsten zu sein scheint, da in diesen Fällen zu wenige Gespräche im Alltag stattfinden. Das mag darin begründet sein, dass in 90% der Fälle gehörlose Kinder Eltern haben, die über ein intaktes Hörorgan verfügen, worauf bereits in den theoretischen Grundlagen hingewiesen wurde (vgl. Kapitel 2.4.4). So wachsen diese Kinder in stark laut- und schriftsprachlich dominierten Elternhäusern auf und haben zunächst keine gemeinsame Sprache mit ihren Eltern (vgl. Warzecha 2003, S. 178).

„*Besonders bei hochgradig hörgeschädigten Kindern hörender Eltern ist das Umweltwissen/Allgemeinwissen kaum vorhanden*“ (Fragebogen L92).

Dass dieser mangelnde Informations- und Erfahrungsaustausch sich direkt auf den Erwerb fachspezifischen Vorwissens auswirken kann, wird im nächsten Beispiel verdeutlicht. So beschreibt eine Lehrende, wie sie einer Schülerin der 10. Klasse den Einsatz von Chlor und seinen Verbindungen zur Wasseraufbereitung in Schwimmbädern erläutert, was ihr zuvor noch nicht bekannt war.

„*Zum Beispiel hatte ich jetzt eben eine Klasse, die kam ausm Schwimmbad und hatte, und sagte das eine Mädchen, ich hab so rote Augen. Und die war in Klasse 10*

und die kannte das Wort Chlor nicht. Das war für die vollkommen neu, dass im Schwimmsatz n Zusatz von Chlor war. (Pause) Da hat die ganz gespannt zugehört, als ich das dann in nem Nebengespräch für 5 bis 10 Minuten aufgegriffen hab und erklärt hab, das ist ne Chemikalie, die tötet Bakterien und die ist wichtig, aber die ist auch giftig und deshalb Dosierung...Und dann sagt sie, ah, ja, stimmt, ich hab schon Bademeister Wasserproben sehen, nehmen sehen, aber. Das ist so ein typisches Beispiel für mich für fehlende Umwelterfahrung und auch fehlendes Erklären“ (Interview L319).

Zunächst ist zu beachten, dass anders als von der Lehrperson geschildert, kein elementares Chlor zur Wasseraufbereitung eingesetzt wird, sondern die Verbindungen des Chlors. Dass Chlor zugesetzt wird, ist allerdings fest in der Alltags- und Umgangssprache verankert, was auch in dem Bericht der Lehrperson aus einem informellen Gespräch mit einer Schülerin deutlich wird. Bei einem Schwimmbadbesuch handelt es sich um eine alltägliche Situation bei der denkbar ist, dass die Verwendung von Chlor durch die Eltern erläutert oder von den Kindern beiläufig wahrgenommen wird und auf diese Weise fachspezifisches Vorwissen erworben werden kann. Von einem regen Informationsaustausch mit den Eltern, in denen Alltagsphänomene thematisiert und erklärt werden, von dem beiläufigen Aufnehmen dieser Informationen und von dem Erwerb detaillierten Wissens aus verschiedenen Medien kann vor allem von gehörlosen Lernenden mit hörenden Eltern nicht immer ausgegangen werden. Auch wenn dies nicht für alle Lernenden zutreffen mag, sollten sich die Lehrenden dieser grundsätzlichen Tendenzen dennoch bewusst sein.

Dem Thematisieren von chemischen Phänomenen mit starkem Alltagsbezug kommt im Hinblick auf die zu behandelnde Zielgruppe eine besondere Bedeutung zu. Aus Sicht der Lehrkräfte besteht ihre Aufgabe im Chemieunterricht also nicht nur darin, Inhalte zu vermitteln, die in Lehrplänen festgeschrieben sind, sondern insbesondere darin, die Alltagserfahrungen der Lernenden zu erweitern. Es ist offensichtlich, dass das Aufarbeiten des Alltagswissens viel Unterrichtszeit benötigt, sodass vermutlich weniger Fachinhalte der Curricula thematisiert werden können und das Voranschreiten im Stoff verlangsamt wird. Weiterhin werden aufseiten der Lehrenden aufgrund des unterschiedlichen Vorwissens der Schülerinnen und Schüler hohe didaktische Kompetenzen verlangt, die es ermöglichen, alle Lernenden im Sinne der Differenzierung und individuellen Förderung einzubeziehen.

Der folgende Abschnitt beschreibt die Subkategorien, die der Hauptkategorie der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zugeordnet sind. Im Rahmen der Untersuchung

kann herausgestellt werden, dass bei den Lernenden insbesondere in diesem Bereich die größten Herausforderungen vorliegen. In diesem Zusammenhang werden von den Lehrenden die Hypothesenbildung, das Verstehen von Versuchsanleitungen, das Beschreiben von Phänomenen, von abstrakten Modellen und Konzepten sowie Problemlösefähigkeiten und das Denken in Zusammenhängen genannt. Bei der Problemlösefähigkeit sowie beim Denken in Zusammenhängen handelt es sich grundsätzlich um fachunspezifische Fähigkeiten, die in jedem Fachunterricht benötigt werden. Im Chemieunterricht werden sie in Bezug auf den Erwerb und das Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zu domänenspezifischen Fähigkeiten, die im Fachunterricht explizit gefördert werden sollten. Die Zuordnung dieser Subkategorien zur Hauptkategorie der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen basiert wiederum auf Modellen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, die diese Teilkomponenten beinhalten (vgl. Kapitel 2.1.2).

Wie bereits dargestellt, spielt die Fachsprache eine bedeutende Voraussetzung für den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (vgl. Kapitel 2.2). Vor dem Hintergrund der Herausforderungen im sprachlichen Bereich der hier vorgestellten Zielgruppe kommt der Sprach- und Kommunikationsfähigkeit eine besondere Rolle zu, was in den nachfolgenden Ankerbeispielen deutlich wird. Für die Analyse der Daten ist eine Trennschärfe der Kategorien von großer Wichtigkeit. Aus diesem Grund sind die Ankerbeispiele, die einen größeren Schwerpunkt im Bereich der Sprache aufweisen, bereits im Rahmen der Hauptkategorie Sprache dargestellt. Weitere Ankerbeispiele, in denen zusätzlich zur Sprache ein starker Bezug zu den naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen vorhanden ist, sollen in Bezug zu den jeweiligen Subkategorien vorgestellt werden.

Von den Lehrenden wird geäußert, dass es den Schülerinnen und Schülern häufig schwer fällt, Hypothesen zu formulieren. Hypothesen werden im naturwissenschaftlichen Unterricht zumeist als Vermutung und Vorhersage vor der Durchführung eines Experiments verstanden (vgl. Altrichter & Posch 2007, S. 211f.). Somit besteht begründeter Anlass zu der Annahme, dass die Fähigkeit, eine Hypothese bilden zu können, eng mit dem bereichsspezifischen Vorwissen der Lernenden zusammenhängt. Liegt beispielsweise ein umfassendes Vorwissen zu einem chemischen Sachverhalt vor, so wird es den Lernenden in der Regel leichter fallen, eine Vermutung oder eine Vorhersage über einen durchzuführenden Versuch zu treffen, da bereits Anknüpfungspunkte vorliegen. Wie bereits dargestellt, liegt bei gehörlosen Schülerinnen und Schülern mit hörenden Eltern häufig ein geringeres Vorwissen vor, welches seltener im Chemieunterricht genutzt und kaum gefördert werden

kann. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass es für diese Lernenden eine Herausforderung darstellt, Versuchsergebnisse vorherzusagen, wie eine Lehrkraft im folgenden Beispiel beschreibt.

„Ich habe massive Schwierigkeiten bei den Schülern auch in der Hypothesenbildung. Im Vorhinein nur mal ne Hypothese aufstellen [...] die Schüler überhaupt dazu bekommen, jetzt irgendwas vorher zu überlegen, was könnte gleich passieren“ (Interview L111).

Weitere Hindernisse bei der Hypothesenbildung könnten ebenfalls in der Sprache liegen, die durch entsprechende Maßnahmen jedoch gefördert werden kann. So kann davon ausgegangen werden, dass die Schülerinnen und Schüler aufgrund ihrer Einschränkungen im allgemeinen Ausdrucksvermögen sowie in der chemischen Fachsprache nicht in der Lage sind, eine Hypothese sprachlich zu formulieren. Das Vorhandensein dieser Lernschwierigkeiten konnte ebenfalls im Rahmen der Unterrichtsbeobachtungen bestätigt werden, wie im folgenden Auszug verdeutlicht wird. Die Lernenden geben von sich aus an, dass sie für die Hypothesenbildung keine Vorstellungen und Ideen haben und nicht wissen, wie sie sich dabei ausdrücken sollen.

„L513 weist Timo und Michael mehrfach darauf hin, dass sie noch keine Vermutung zu ihrem Versuch aufgeschrieben haben. Beide Schüler geben an, dass ihnen bei diesen Aufgaben irgendwie nie was einfällt. Sie können sich vorher nur schwer vorstellen, was bei dem Versuch passieren könnte. Eine andere Schülergruppe, die auch noch keine Vermutung aufgeschrieben hat, wird von L513 darauf hingewiesen, dass diese Aufgabe vor dem Versuch bearbeitet werden muss. [...] Corinna gibt an, dass sie manchmal nicht weiß, wie sie sich dabei ausdrücken soll. Manuela fragt sich grundsätzlich, wozu sie die Versuche machen soll, wenn sie schon vorher wissen soll, was dabei passiert. Sie zieht es stattdessen vor, sich mit ihrer Sitznachbarin zu unterhalten und die nachfolgenden Aufgaben zu bearbeiten“ (Beobachtungsprotokoll 2, S. 1).

Der letzte Teil des Auszugs lässt weiterhin darauf schließen, dass der Zweck von Hypothesenformulierungen nicht ausreichend bekannt ist. Aus diesem Grund sollte die Hypothesenbildung, die eine bedeutende Komponente naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens darstellt, im Chemieunterricht explizit thematisiert werden. Zudem könnten den Lernenden verschiedene Lernhilfen an die Hand gegeben werden, die ihnen zum einen helfen,

Ideen für eine Hypothese zu entwickeln, und sie andererseits darin unterstützen, diese sprachlich zu formulieren.

Die zuvor geschilderten sprachlichen Einschränkungen der Lernenden wirken sich ebenfalls auf das Lesen von Versuchsanleitungen aus. Versuchsanleitungen werden in der Regel in schriftsprachlicher Form angefertigt und weisen eine Reihe von Fachbegriffen sowie fachspezifische Satzstrukturen auf. Da die Lernenden zum Teil geringe Lesekompetenzen und einen eingeschränkteren Wortschatz im Bereich der Fachsprache aufweisen, kann das Verstehen von Versuchsanleitungen nicht bei allen Schülerinnen und Schülern vorausgesetzt werden. So beschreibt eine Lehrkraft die geringe Fähigkeit der Lernenden, Versuchsanleitungen zu verstehen, als eine der Herausforderungen im Chemieunterricht. So fällt den Schülerinnen und Schülern das „*Verstehen von einfachen Versuchsanleitungen*“ (Fragebogen L153) noch schwer. Das Vorhandensein dieser Lernschwierigkeiten wird ebenfalls mithilfe der Unterrichtsbeobachtungen nachgewiesen. Weiterhin werden in den Beispielen die Strategien dargestellt, die Lehrende im Umgang mit sprachlichen Defiziten einsetzen. So wird im ersten Beispiel die Versuchsanleitung vor dem Versuch im Klassenverband gemeinsam gelesen, woraufhin die Lernenden aufgefordert werden, gezielt Fragen zu unbekanntem Begriffen zu stellen. Dabei wird deutlich, dass es sich sowohl um fachsprachliche als auch um alltagssprachliche Begriffe handelt, die im Vorfeld der Versuchsdurchführung zu klären sind.

Nachdem L513 die Versuchsanleitungen ausgeteilt hat, sollen diese mit den Schülern gemeinsam gelesen werden. Dabei soll ein Schüler jeweils einen Satz vorlesen und Fragen stellen, falls etwas nicht verstanden wurde. Erst nachdem alles geklärt ist, sollte das Experimentieren beginnen. Bei dieser Aufgabe wird deutlich, dass die Schüler Schwierigkeiten beim flüssigen Vorlesen haben. Sie geraten oft ins Stocken oder machen einige Fehler beim Vorlesen. Die begrifflichen Nachfragen, die sie stellen, beziehen sich nicht nur auf Fachbegriffe (Petrischale), sondern auch auf alltägliche Begriffe (Unterlage) (Beobachtungsprotokoll 1, S. 2).

Auf der einen Seite wird durch das Vorlesen die Lesefähigkeit der Schülerinnen und Schüler aktiv gefördert. Auf der anderen Seite kann durch das aktive Zuhören der rezipierenden Lernenden die (vorhandene) auditive Perzeptionsfähigkeit geschult werden, was ein bedeutendes Förderziel an Förderschulen dieser Ausrichtung darstellt (vgl. KMK 1996, S. 7). Daher soll die im Beispiel beschriebene Lernsituation als didaktisch wertvoll eingestuft

werden, auch wenn die rezipierenden Schülerinnen und Schüler aufgrund ihres Hörverlustes eventuell nicht alle Informationen vollständig wahrnehmen können.

Das nächste Beispiel zeigt einen Ausschnitt aus einem längeren Unterrichtsgespräch, aus dem deutlich wird, wie die Lehrperson alle für den durchzuführenden Versuch benötigten Laborgeräte mit den Schülerinnen und Schülern durchgeht und erarbeitet. Da den Lernenden eine Reihe von Bezeichnungen für die benötigten Laborgeräte nicht bekannt ist, besteht begründeter Anlass zu der Annahme, dass sie die Versuchsanleitung ohne diese Unterstützung nur schwer hätten befolgen können. Die Versuchsanleitung wird daher im Klassenverband erarbeitet, damit nicht alle Lernenden einzeln nachfragen müssen.

„L319: (legt das Arbeitsblatt auf den OHP) So, was brauchen wir? Wer kann was vorlesen und mir sagen, was ist? [...] Was brauchen wir noch?

(alle): Becherglas.

Cedrik: Steht doch drauf.

L319: Vielleicht dass wir auch lesen, dass du alles weißt, was wir brauchen. Bechergläser, was sind das?

Melek: Ich glaub, diese... Nein, nein, nein.

L319: (nimmt ein Becherglas in die Hand) Das sind die Bechergläser, okay.

Cedric: Messzylinder.

L319: Messzylinder, oh, die muss ich noch holen. Was sind das?

Melek: Ich glaube, auf jeden Fall was mit Messen, oder was.

Giovanni: Das hat was mit Messer zu tun.

L319: Mit Messen, genau. Messzylinder sind die aus Glas, die Stäbe, wo ihr das Wasser abmessen könnt. Okay, was brauchen wir noch? [...]

Britta: Stativ.

L319: Was ist ein Stativ?

Britta: (stöhnt) (schlägt die Hände über dem Kopf zusammen)

L319: Wer weiß das?

Giovanni: Ich glaube, die für kochen.

Melek: Diese Ding da, diese Metall, wo man Bunsenbrenner...

L319: Es ist aus Metall. Das ist die Platte mit dem Metallstab, wo wir die, den, das Becherglas dran festmachen können“ (Videotranskript 1, S. 3f.).

Vermutlich ist allerdings nicht in jeder Unterrichtsstunde die Zeit vorhanden, um Versuchsanleitungen so ausführlich zu besprechen und alle Fachbegriffe noch einmal zu wie-

derholen. Weiterhin könnten sich leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler in einer inklusiven Lerngruppe unterfordert fühlen. Hier wäre denkbar, Lernhilfen zur Unterstützung des Verstehens von Versuchsanleitungen einzusetzen, auf welche die Lernenden bei Bedarf zurückgreifen können. Durch diese Lernhilfen soll es allen Lernenden ermöglicht werden, die Versuchsanleitungen selbstständig zu befolgen und die Fachbegriffe zu erlernen, zu wiederholen und einzuprägen. Die leistungsstärkeren Lernenden hingegen müssen sich nicht näher mit diesen zusätzlichen Lernhilfen beschäftigen und können ihrer gewohnten Arbeitsweise nachgehen.

Wie bereits in Kapitel 2.2.2 dargestellt ist, gilt das Beschreiben und Protokollieren von Experimenten zweifelsohne als wichtige Lern- und Behaltenshilfe für den Chemieunterricht. Für Schülerinnen und Schüler mit sprachlichen Einschränkungen stellt das Dokumentieren von Experimenten allerdings eine Herausforderung dar. Ihnen fehlen häufig die nötigen Fachbegriffe, aber auch allgemeine sprachliche Fähigkeiten, um Texte zu produzieren. Um den sprachlichen Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler vorzubeugen, findet das Dokumentieren von Experimenten nach Angaben der Lehrkräfte selten oder in einer verkürzten Form statt.

„[Das] Beschreiben von Versuchen fällt den SuS sehr schwer, da ihnen die sprachlichen Möglichkeiten oft fehlen“ (Fragebogen L132).

„Die Dokumentation der Experimente scheitert häufig an den fehlenden sprachlichen Möglichkeiten der Schüler, selbst wenn sie die Fachbegriffe, die sie brauchen, kennen, ist es immer noch schwer, ganze Sätze zu formulieren“ (Interview L111).

Wie im folgenden Beispiel deutlich wird, sind die Lernenden grundsätzlich in der Lage, Versuche auf der inhaltlichen Ebene zu beschreiben, die verwendete Sprache ist für den Chemieunterricht jedoch nicht immer angemessen. So gelingt es ihnen, durch alltags- und umgangssprachliche Formulierungen, einen Versuch inhaltlich korrekt zu beschreiben.

Zur Besprechung der Versuchsergebnisse melden sich recht viele Schüler oder rufen einfach in die Klasse. Die Beobachtungen können von fast allen Schülern auf der inhaltlichen Ebene korrekt und zum Teil sehr detailliert wiedergegeben werden, was von L513 auch immer gelobt wird. So werden beispielsweise Bedingungen genannt, die für die Beobachtung und deren Interpretation nicht immer von Bedeutung waren. Dazu zählt beispielsweise die Größe der Bechergläser oder die unter-

schiedliche Form der Spatel, die für die Durchführung des Versuchs nicht unbedingt ausschlaggebend war. Die Versuchsbeschreibung geht bei einigen Schülern immer noch sehr stark auseinander. Dabei werden viele umgangssprachliche Begriffe und Umschreibungen (Becher, Dings, das eine da) verwendet, die eigentlichen Fachbegriffe werden kaum verwendet. Da L513 bemerkt, dass die Begriffe scheinbar nicht bekannt sind, fragt sie die anderen Schüler, ob diese helfen könnten. L513 gelingt es in den meisten Fällen, die Äußerungen aufzufangen und die fehlenden oder nicht korrekt verwendeten Begriffe gegen die korrekten zu ersetzen (Beobachtungsprotokoll 2, S. 1).

Da der Chemieunterricht jedoch ein gewisses Maß an fachsprachlicher Kompetenz voraussetzt und weil die Sprache eben nicht nur Unterrichtsmedium, sondern gleichzeitig auch den Lerngegenstand an sich darstellt, sollten sprachliche Kompetenzen im Unterricht expliziter gefördert werden. Allerdings sollte vor dem Hintergrund der vorhandenen Zielgruppe darauf geachtet werden, den Umfang für die Lernenden angemessen zu wählen. Weiterhin könnten aufgrund der sprachlichen Herausforderungen Alternativen zum klassischen Versuchsprotokoll eingeführt werden. In der Literatur sind bereits verschiedene Alternativvorschläge für das Dokumentieren von Experimenten angebracht und unter verschiedenen didaktischen Perspektiven betrachtet worden, auch weil viele Lernende, unabhängig davon, ob ein spezifischer Förderbedarf vorliegt oder nicht, oft nicht in der Lage sind, Experimente angemessen zu dokumentieren (vgl. Kapitel 2.2.2).

Wie die Lehrenden in den Fragebögen und Interviews geschildert haben, liegen besondere Schwierigkeiten im Hinblick auf das Verstehen und Beschreiben abstrakter Modelle und Konzepte im Chemieunterricht vor. Der Umgang mit der submikroskopischen Ebene stellt ein zentrales Lernziel eines jeden Chemieunterrichtes und eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen dar, da naturwissenschaftliche Erkenntnisse durch Modelle erst möglich werden (vgl. Kapitel 2.1.1). Die Lehrenden geben an, dass auf der einen Seite die sprachliche Vermittlung dieser Inhalte eine Herausforderung ist, auf der anderen Seite es den Schülerinnen und Schülern schwerfällt, abstrakte Modelle zu nutzen, um Erklärungen für naturwissenschaftliche Phänomene zu geben. Von einer Lehrkraft wird geäußert, dass die „Übertragung abstrakter Inhalte auf passendes sprachliches Niveau“ eine besondere Schwierigkeit darstellt, da „chemische Inhalte oft nicht auffassbar (begreifbar) [und] dadurch für Schüler schwerer verständlich [sind], so klein und so abstrakt, dass einige Schüler nicht folgen/ es sich nicht vorstellen können“

(Fragebogen L214). Nach Angaben dieser Lehrkraft ist es also erforderlich, abstrakte Inhalte zunächst auf ein für die Lernenden sprachliches angemessenes Niveau zu übertragen, was auch vor dem Hintergrund der zuvor geschilderten sprachlichen Schwierigkeiten der Lernenden vonnöten ist. Eine besondere Herausforderung besteht sicherlich darin, die chemischen Inhalte sprachlich so zu vereinfachen, dass sie für die Lernenden zugänglich, aber immer noch fachlich adäquat sind. Hier besteht die Gefahr, dass die didaktische Reduktion der Inhalte und der sprachlichen Vermittlung an Komplexität verlieren, was nicht immer den Lernzielen entspricht. Weiterhin wird in diesem Beispiel darauf hingewiesen, dass ähnliche Herausforderungen auch in den anderen Naturwissenschaften bestehen, da hier zum Teil recht abstrakte Konzepte und Vorstellungen thematisiert und Modelle eingesetzt werden. Dennoch bleiben diese Inhalte für die meisten Lernenden zu abstrakt und zu lebensfern, sodass sie diesen Inhalten kaum folgen oder sie für die Erklärung von Phänomene verwenden können. Dies lässt sich im folgenden Beispiel verdeutlichen.

Aus dem Unterrichtsgespräch geht hervor, dass das Teilchenkonzept schon mal bei einer anderen Chemielehrerin behandelt worden ist. Dabei ging es um die unterschiedlichen Aggregatzustände und wie sich diese mit dem Teilchenmodell erklären lassen. Da viele Schüler sich daran aber nicht mehr erinnern können, greift L513 das Konzept noch einmal auf und wiederholt die Aggregatzustände. Auch nach dieser Erläuterung können die Schüler das Modell nicht auf die Stoffeigenschaften der elektrischen Leitfähigkeit und den Magnetismus anwenden. Die Äußerungen deuten zwar darauf hin, dass den Schülern klar ist, dass diese Phänomene mit Teilchen zu tun haben, allerdings sind sie nicht in der Lage, die Phänomene damit zu erklären. [...] Andreas gibt an, dass er das mit den Teilchen schon vorher gehört hat, es aber noch nicht richtig kapiert hätte. Michael weist darauf hin, dass er es auch nicht verstehen würde (Beobachtungsprotokoll 2, S. 2).

Das Teilchenmodell wurde in dieser Lerngruppe bereits thematisiert und an verschiedenen Beispielen erläutert, allerdings reichen diese Beispiele noch nicht aus, um die Modelle tatsächlich anwenden zu können. Diese Inhalte bleiben auch für die Lernenden im dargestellten Beispiel zu abstrakt und kompliziert. Wie bereits in Kapitel 2.1.3 thematisiert, sind die Probleme im Verstehen und Anwenden keine für diese Zielgruppe spezifischen Charakteristika. Vielmehr handelt es sich um generelle Lernschwierigkeiten, die in der Chemiedidaktik bereits häufig untersucht und ausführlich dokumentiert wurden. Die Förderschulleh-

renden weisen jedoch darauf hin, dass der Einsatz von leichter Sprache und Visualisierungshilfen für die Lernenden eine geeignete Unterstützung darstellt.

Weitere Aspekte, die in den Fragebögen thematisiert wurden, sind das problemorientierte Denken und das Verbinden von Zusammenhängen, die sowohl als allgemeine aber auch als fachspezifische Fähigkeit betrachtet werden können. Diese Fähigkeiten spielen eine bedeutende Rolle in der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, bei der die Lernenden Frage- und Problemstellungen erkennen und daraufhin beispielsweise entsprechende Versuchspläne entwickeln sollen (vgl. KMK 2005, S. 12). Nach Angaben der Lehrenden fällt es den Lernenden schwer, Problemstellungen zu erkennen und selbstständig Lösungen zu entwickeln. Aus diesem Grund werden Aufgaben zum Problemlösen im Unterricht seltener durchgeführt. Das Verbinden von Zusammenhängen als Voraussetzung für das Problemlösen fällt nach Angaben der Lehrenden einigen Schülerinnen und Schülern schwer, wie im Folgenden thematisiert wird. So sei es für die Lernenden *„problematisch, Probleme zu erkennen [und] problematisch Lösungen zu entwickeln“* (Fragebogen L61), was durch ein weiteres Beispiel bekräftigt wird.

„Auf der Strecke bleibt dabei ganz viel das Problemlösen. Ne Aufgabe strukturieren, selber zu strukturieren. Das sind dann, wenn ich sehr einfache Experimente mache, so einfach in dem Sinne, dass sie 1. ungefährlich sind und 2. gut durchschaubar für die Schüler sind“ (Interview L319).

„Zusammenhänge zu erkennen, ist z.T. für die SuS sehr schwer“ (Fragebogen L102).

Untersuchungen aus dem angloamerikanischen Raum haben bereits auf die Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung beim Problemlösen hingewiesen (vgl. Kapitel 2.5). Allerdings wurden dafür weder aus der Literatur noch aus den Ergebnissen dieser Studie zufriedenstellende Erklärungen gefunden, sodass diese Themenbereiche hier nicht weiter fokussiert werden.

Wie aus der ausführlichen Darstellung der Ergebnisse hervorgeht, liegen bei vielen Lernenden mit Hörbeeinträchtigung besondere Herausforderungen im Bereich der Sprache vor. Weiterhin wird aufgrund der eingeschränkten auditiven Perzeptionsfähigkeit das Vorwissen in einem geringeren Umfang erworben, sodass weniger Anknüpfungspunkte im Chemieunterricht vorhanden sind. Diese Aspekte wirken sich auf den Erwerb anderer Fä-

higkeiten aus, die auf Grundlage verschiedener Modelle als Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zugeordnet wurden. Diese Erkenntnisse können besonders für Lehrende an inklusiven Schulen von Interesse sein, die über keine sonderpädagogische Ausbildung verfügen und (zukünftig) Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler mit und ohne Förderbedarf bereitstellen sollen. Da das Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen eine bedeutende Grundlage für den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung darstellt (vgl. Kapitel 2.1.1), sind Differenzierungsmaßnahmen zur sprachlichen Unterstützung, unter Einbeziehung von Fachgebärden, zu entwickeln sowie alternative Darstellungsformen zum Dokumentieren von Experimenten heranzuziehen.

4.4.3 Eingesetzte Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht

Die bisherigen Darstellungen zu den Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Chemie haben besondere Schwerpunkte im Bereich der Sprache und des Vorwissens aufgezeigt, die sich auf den Erwerb jener Fähigkeiten auswirken, die mit naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen bezeichnet werden und einen bedeutenden Beitrag zum Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung leisten. Diese spezifischen Schwerpunkte konnten zunächst durch die Fragebogenuntersuchung herausgestellt und im Rahmen der Interviews mit den Lehrenden vertieft werden. Im Hinblick auf das Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens, Lernende mit Hörschädigung im Chemieunterricht durch geeignete Fördermaßnahmen zu unterstützen, sind die auf die Zielgruppe abgestimmten Vorgehensweisen der Förderschullehrenden im Chemieunterricht von besonderem Interesse. Aus diesem Grund wird in den Leitfadenterviews der Schwerpunkt auf die im Chemieunterricht eingesetzten Strategien zum Einführen von Fachbegriffen gelegt. Da sich beim Dokumentieren von Experimenten die ermittelten Herausforderungen deutlich zeigen (Anwenden von Fachbegriffen, Hypothesenbildung, Beschreiben von Beobachtung, abstrakte Modelle und Konzepte nutzen, um Beobachtungen zu erklären), wurden auch die eingesetzten Maßnahmen zum Protokollieren als besonderer Schwerpunkt in den Interviewleitfaden aufgenommen (vgl. Abb. 4.8). Auf die Lernschwierigkeiten der hörgeschädigten Schülerinnen und Schüler, die sich aus dem geringen Alltagswissen ergeben, wurden im Rahmen des Interviews nicht näher eingegangen, da die Vermutung besteht, dass das Vorwissen kaum durch fachdidaktische Forschung direkt gefördert werden kann.

Erfahrungsfragen

1. Welche Strategien verfolgen Sie, um Fachbegriffe einzuführen?
2. Welche Rolle spielen dabei Gebärden?
3. Welche Methodenwerkzeuge setzen Sie zur Dokumentation eines Experimentes ein?
4. Welche Hilfestellungen bieten Sie den Lernenden, um sie bei der Dokumentation von Experimenten zu unterstützen?

Abb. 4.8: Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden

Auch wenn die befragten Lehrenden ähnliche Lernschwierigkeiten aufseiten der Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Chemie schildern, werden in ihrer Unterrichtspraxis verschiedene Strategien zum Umgang mit diesen Defiziten eingesetzt. Eine Lehrkraft spricht von sogenannten „Hörgeschädigtenmethoden“, bei denen neu eingeführte Fachbegriffe in Unter- und Oberkategorien eingeteilt und anhand von verschiedenen Beispielen illustriert und auf diese Weise eingeübt werden.

„Zum Teil sind es klassische Hörgeschädigtenmethoden. (Pause) Indem man den Begriff durch Unter- und Oberbegriffe definiert. [...] Dass ich mehrere Dinge nehme, die darunter fallen. [...] Beim Protokoll kommt, wenn man das einführt, der Begriff, chemische Geräte oder Geräte allgemein. [...] Dann würde ich einige Geräte aufführen, nach Möglichkeit welche, die Schüler vielleicht bis dahin kennen. Meistens mache ich vorne weg irgendwas mit Reagenzglas, Spatel. (Pause) Den Gasbrenner kennen sie alle schon irgendwoher. [...] Vielleicht noch einige weitere, ein Becherglas dazu. (Pause) Dann kommt der Strich nicht dadrunter, sondern drüber. Und dann wird dadrüber geschrieben Geräte. [...] Das ist eine relativ klassische Methode“ (Interview L111).

Diese Vorgehensweise ist sicherlich beim Einführen von Laborgeräten und chemischen Stoffen im Anfangsunterricht von Vorteil, da es sich dabei um gegenständliche und konkrete Fachbegriffe handelt, die mithilfe der entsprechenden Objekte veranschaulicht werden können. Anders gestaltet sich die Situation bei abstrakteren Fachbegriffen, die nicht wie konkrete Begriffe oder Vokabeln im Fremdsprachenunterricht eingeübt werden können. Hinter zahlreichen Fachbegriffen verbergen sich abstrakte chemische Konzepte, die nicht zu übersetzen oder zu veranschaulichen sind (vgl. Kapitel 2.2.1). Es ist daher erforderlich, diese Begriffe reflektiert einzuführen und die dahinter stehende Bedeutung zu erläutern. Dass für dieses Vorgehen zusätzliche Lernhilfen wie Sachmodelle und das Anfer-

tigen von Zeichnungen im Hinblick auf die zu untersuchende Zielgruppe eine besondere Unterstützung bieten können, wird im folgenden Beitrag einer Lehrenden deutlich.

„So, und dann gibts die eher abstrakteren Begriffe, da isses dann schon schwierig, ich versuche trotzdem in der 1. Unterrichtssituation ne möglichst hohe Anschauungsebene zu schaffen, das heißt, ich denke mir Modelle selber aus oder Modelle, die wir da haben, dass ich versuche, den Schülern ein inneres gedankliches Konzept sozusagen mitzugeben, was ich im Außen schaffe. [...] ab der Orientierungsstufe mache ich das eigentlich durchgängig, dass sie wissen, wie sie mit Modellen umgehen sollen. [...] In der Biologie geht das einfacher. Bei so nem Teilchenmodell ist das, ja, da müssen die Schüler einem vertrauen, dass es so ist, wie man es darstellt (Lachen), wobei die inneren Organe, das wird man sich auch nicht in echt angucken, im Regelfall nicht. [...] es ist dann generell eine Spur schwieriger und abstrakter in der Chemie, weil diese Oxidation oder was auch immer, alles so abstrakt ist und so wenig sichtbar abläuft oder sichtbar erklärbar ist. Man sieht zwar, dass nachher irgendwas anders ist als vorher, aber was dazwischen jetzt passiert ist, das ist so in der Welt des Winzigen, dass die eigentlich vertrauen müssen, was wir denen an die Hand geben. [...] Ich schieb das auch nicht auf mich, dass ich die Allwissende bin, ich sag dann immer, die Forscher haben das dann irgendwann ganz groß gemacht und ganz gut angeguckt und dann haben die gefunden, dass da so Teilchen sind und das eine Teil wandert dann da hin und das verbindet sich neu, so wie Legosteine oder was auch immer. Also, ich versuch das schon durch Zeichnungen zu unterstützen. Ja, durch Alltagsmaterialien, die ich umfunktioniere oder wenn es echte Modelle gibt, dass ich dann die benutze und auf eine möglichst anschauliche Ebene zunächst einmal hole und einführe und dann im Sinne des Spiralcurriculums immer mehr erweitere, sodass Teilchen auch für was anderes gilt“ (Interview L513).

Bei diesen geschilderten Schwierigkeiten, Schülerinnen und Schüler an abstrakte Begriffe und Konzepte heranzuführen, handelt es sich um generelle unterrichtliche Probleme, die bei allen Lernenden auftreten können - unabhängig davon, ob ein Förderbedarf vorliegt oder nicht. Dementsprechend entwickeln Lernende traditionellerweise eine Reihe von Fehlvorstellungen, die im Rahmen chemiedidaktischer Forschung immer wieder diskutiert und ausführlich dokumentiert wurden (vgl. Kapitel 2.1.3). So handelt es sich beim Verstehen dieser abstrakten Begriffe und Modelle um einen Prozess, der mit den genannten

Lernhilfen unterstützt werden könnte. Sachmodelle werden, wie im vorherigen Beispiel geschildert wurde, von der Lehrkraft aus Alltagsmaterialien entwickelt, da an der Schule vermutlich keine herkömmlichen Sachmodelle zur Verfügung stehen. Weiterhin sollten die bereits eingeführten Fachbegriffe durch häufiges Wiederholen und Veranschaulichen eingeübt werden. Allerdings sollte die Entwicklung von Modellvorstellungen aufseiten der Schülerinnen und Schüler nicht ausschließlich auf dem der Lehrperson entgegengebrachten Vertrauen im Hinblick auf die Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene beruhen. Stattdessen ist das Vorhandensein eines *kognitiven Konfliktes* im Sinne einer Entwicklungspsychologie Jean Piagets (1896-1980) erforderlich. Neue Lerninhalte und Erfahrungen im Unterricht lassen „das Kind eine Diskrepanz zwischen der Realität und seinen Denkstrukturen spüren“ (Gräber & Stork 1984, S. 195), sodass durch die Anpassung (Assimilation) und Angleichung (Akkommodation) derselben versucht wird, diese Konflikte zu lösen (Äquibrierung). Aufgrund der anthropologischen Voraussetzungen der behandelten Zielgruppe und den daraus häufig resultierenden Einschränkungen im kommunikativen und sprachlichen Bereich, könnten diese Prozesse durch den Einsatz von vorhandenen Fachgebärden, Glossaren, Wortkarten und entsprechenden konkreten Anschauungsobjekten wie Laborgeräten unterstützt werden.

„Sie haben ja auch danach gefragt, wie die dann eher behalten werden können, ist dann eben mit Lernwörtern, Gebärdenunterstützung und Verschriftlichung. Das heißt, viel im Unterricht wiederholen und dann auch visualisieren und dann eben, wenn es an die Abbildung schreibbar ist auf dem Arbeitsblatt oder an der Tafel noch mal mit den Strichen hinschreiben oder laminierte Wortkärtchen dann zu den Gerätschaften dazulegen, um das einfach zu festigen“ (Interview L513).

Da Fachgebärden nur in geringer Zahl vorliegen, werden nach Angaben der Lehrkräfte neue Gebärden eingeführt, um eine fachbezogene gebärdensprachliche Kommunikation anzubahnen. Wie bereits in Kapitel 4.4.3 dargestellt helfen sich viele Lehrende mit der Entwicklung neuer Fachgebärden im Chemieunterricht aus. Der Einsatz dieser Strategie konnte ebenfalls durch die Videoaufnahmen nachgewiesen werden, in denen abgeleitet vom deutschen Wort „Anzeiger“ die neue Gebärde für den Begriff „Indikator“ entwickelt wurde. Das nachfolgende Transkript veranschaulicht dies.

*„L319: Warum ändert das die Farbe? [...] Weil es sauer ist. Und der Rotkohlsaft heißt !INDIKATOR![...] (schreibt Indikator an die Tafel) [...] Ist das Deutsch?
Cedrik: Nee, Englisch.*

L319: *Englisch?*

Giovanni: *Nee, Physiksprache.*

Melek: *Deutsch.*

Anna: *Latein.*

Frida: *Chemiesprache.*

L319: *Sogar Lateinisch. Und "indizieren" heißt "zeigen". (Pause) Das deutsche Wort ist "Anzeiger" (schreibt "Anzeiger" an die Tafel). Anzeiger, Gebärde machen wir "Anzeiger" (zeigt die Gebärde ZEIGEN)“ (Videotranskript 1, S. 14f.).*

Weiterhin geben die Lehrenden an, dass aufgrund der sprachlichen Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler vor der Einführung eines neuen Themas genauestens bedacht werden sollte, welche Fachbegriffe zum Verstehen des neuen Themas erforderlich sind und auf welche Weise diese eingeführt werden können, wie im Folgenden geschildert wird.

„Einmal versuche ich natürlich im Sinne der Reduktion mich darauf zu beschränken, dass ich gucke, welche Fachbegriffe sind wirklich essentiell, also, welche brauche ich für den Stoff? Welche sind wirklich wichtig. Fachbegriffe, die mal am Rande kommen, erwähne ich vielleicht, natürlich, aber (Pause) da poche ich nicht drauf, dass die unbedingt behalten oder verstanden werden, weil ich weiß, wenn ich die nur einmal im Unterricht benutze oder vielleicht auch ein zweites oder drittes Mal und die nicht ständig wiederhole und fest einführe, dann sind die auch irgendwann wieder weg. (Pause) Weil die einfach nicht in deren Unterrichts...in deren Leben integriert sind und sie die nicht gehört haben oder noch hören werden, um das zu machen“ (Interview L319).

So erfolgt das Einführen von Fachbegriffen im Sinne eines sprachsensiblen Fachunterrichts schrittweise, um eine sprachliche Überforderung der Lernenden zu verhindern. Die ausgewählten Begriffe sollten sodann möglichst häufig verwendet und wiederholt werden, damit sich diese Begriffe bei den Schülerinnen und Schülern einprägen.

Um die Schülerinnen und Schüler beim Dokumentieren von Experimenten zu unterstützen, werden von den interviewten Lehrenden recht ähnliche Maßnahmen eingesetzt. Während einige Lehrkräfte die geschilderten Strategien in Lernumgebungen einsetzen, die stärker durch die Lehrperson strukturiert sind, findet das Dokumentieren von Experimenten bei anderen Lehrenden mit geringerer Lehrerlenkung statt. Eine Lehrkraft gibt an, dass in diesem Zusammenhang der Einsatz kooperativer Lernformen von Vorteil sein kann.

„Ich lasse die Protokolle meist in der Gruppe bearbeiten. [...] Sodass man da eigentlich zwei Dinge miteinander positiv verändert. Das eine ist, ich kriege ne Kommunikation in die Gruppe rein und zum anderen krieg ich eben n Protokoll, dass durch Schülerdiskussion hoffentlich etwas richtiger ist, als wenn es einer alleine schreibt“ (Interview L111).

Dass die Lernenden vom Protokollieren in kooperativen Lernformen profitieren können, wurde bereits von Witteck & Eilks (2004) angemerkt und der Mehrwert dieses Verfahrens im Rahmen von Fallstudien untersucht. Durch die kooperative Lernsituation sind die Lernenden dazu angehalten, sich mit dem Unterrichtsgegenstand zu beschäftigen, einen fachlichen Konsens zu finden und gegebenenfalls anderen Schülerinnen und Schülern Lerninhalte zu erklären und von den eigenen Ideen zu überzeugen. Dies kann dazu beitragen, dass die Unterrichtsinhalte intensiver verarbeitet und gelernt werden. Auch vor dem Hintergrund der Zielformulierungen der Richtlinien der Förderschulen Hören und Kommunikation kann so die Kommunikationsfähigkeit der Lernenden angeregt und unterstützt werden (vgl. KMK 1996, S. 3). Gewisse Schwierigkeiten könnten allerdings auftreten, wenn bei keinem der Lernenden in der Gruppe Ideen zur Beantwortung der Aufgabenstellungen aufkommen, wenn fachliche oder sprachliche Inhalte nicht korrekt wiedergegeben werden können und andere Lernende diese wiederum unkritisch übernehmen.

„Wenn die das eigenständig machen, hat man ja, wenn man 15 Schüler hat, 15 individuelle Lösungen mit 15 Fehlern. Das heißt, man muss die im Prinzip alle einzeln korrigieren. Man muss die Hefte nach Hause nehmen oder im Unterricht korrigieren“ (Interview L47).

„Und dann ist auch oft dieses mangelnde Ausdrucksvermögen oder dieses mangelnde Weltwissen, das einfach in den Gruppen nur einer eine Erklärung finden würde, die recht plausibel ist und die anderen denken, pff, ja, keine Ahnung, bitte erkläre mir. Also das ist so, das macht diese Phasen, wo man sagt, ich gebe es an die Schülerhand ja, sehr schwierig“ (L513).

Damit sich die korrekten fachlichen und sprachlichen Lerninhalte einprägen, könnten diese Lernprozesse beispielsweise durch gestufte Lernhilfen unterstützt werden, was im Rahmen der Entwicklung von Fördermaßnahmen zu konkretisieren ist. Die gestuften Lernhilfen könnten nicht nur Impulse zur Erweiterung des Vorwissens der Lernenden enthalten, sondern auch Musterlösungen zur Überprüfung ihrer Arbeitsergebnisse (vgl. Stäudel, Franke-

Braun & Schmidt-Weigand 2007, S. 115ff.). So wäre es den Schülerinnen und Schülern möglich, diese Lernhilfen bei Bedarf zur Unterstützung heranzuziehen sowie ihre Ergebnisse zu kontrollieren, sodass keine fachlichen inadäquaten Inhalte und Fachbegriffe gelernt werden. Weiterhin beschreiben die Lehrenden, dass sie häufig gegliederte Arbeitsblätter zum Protokollieren für die Schülerinnen und Schüler bereitstellen. Dabei erhalten die Schülerinnen und Schüler zum Teil gezielte Beobachtungsaufgaben und fertigen Zeichnungen zur Beobachtung an. Um die Lernenden sprachlich zu unterstützen, werden ihnen verschiedene Aufgabenformate und Hinweise auf Satzstrukturen zur Verfügung gestellt, um Erklärungen zu den durchgeführten Versuchen zu finden. Die von den Lehrenden gestalteten Arbeitsmaterialien werden hier exemplarisch beschrieben.

„Sehr gegliederte Arbeitsblätter, also Arbeitsanweisungen, die auch in diesen methodischen Schritten vorgehen, was ist unsere Frage, was brauchen wir. [...] Was machen wir?, dann kommt ne Versuchsskizze, was beobachtest du?, wie kannst (stottert), Beobachtung, Erklärung. [...], die Schüler zeichnen auch ganz oft das, was sie gesehen haben. [...] also einmal die Beobachtung zu zeichnen und einmal die Beobachtung in Sprache zu fassen und das versuchen zu erklären, was wir gesehen haben“ (Interview L221).

„Ja, wo die Sätze dann halbiert sind, dass man die Sätze zusammen passend machen muss. Das heißt, die Beobachtungen, die vorher da waren, die haben sie dann nicht im aktiven Sprachschatz, aber vielleicht in diesem handelnden Umgang mit diesen schon 5 vorbereiteten Satzstreifen, ja, so halb aktiv, sag ich mal, (Lachen). Dass es nicht ganz vom Lehrer komplett vorgegeben ist. Manchmal darin, vielleicht auch mal ne Lücke lassen. Oder (Pause) Teile von Gebärden anbieten, um die dann Sätze drum herum gebaut werden können“ (Interview L513).

Dass diese vorstrukturierten Lernhilfen tatsächlich zum Einsatz kommen, kann im Rahmen der teilnehmenden Beobachtung bestätigt werden. In der beobachteten Stunde kamen gegliederte Arbeitsblätter mit klar voneinander getrennten Experimentierschritten sowie konkrete Aufgabenstellungen zu den einzelnen Schritten zum Einsatz. Weiterhin wurden Beobachtungsaufgaben und Tabellen vorgegeben, sodass die Lernenden ihre Ergebnisse dort eintragen konnten.

Für das Protokollieren verwendet L513 ein vorstrukturiertes Arbeitsblatt. Die Experimentierschritte sind klar voneinander getrennt, die mit einem Satz beschrieben

sind. Dort tauchen nicht die Begriffe wie Durchführung, Beobachtung und Erklärung auf, stattdessen sind diese Experimentierschritte in Aufgabenform formuliert. Beispiele dafür wären die Fragestellungen „Was vermutest du?“, „Was tust du?“, „Was siehst du?“. Es liegt eine Liste der Materialien vor, welche die Schüler für den Versuch brauchen. Die Versuchsanleitung ist in Stichworten beschrieben. Zur Dokumentation der Beobachtungen ist eine Tabelle vorgegeben. Die Tabelle strukturiert bereits vor, dass zu jedem der fünf vorgegebenen Stoffe die Ergebnisse der Versuche zu den Stoffeigenschaften eingetragen werden (Beobachtungsprotokoll 1, S. 3f.).

Zu den im Unterricht eingesetzten Methoden zum Dokumentieren von Experimenten kann zusammenfassend dargestellt werden, dass neben kooperativen Lernformen alternative Darstellungsmöglichkeiten sowie sprachliche Unterstützungshilfen zum Einsatz kommen. Durch die gegliederten und strukturierten Aufgabenblätter erhalten die Lernenden eine Gerüststruktur, an der sie sich bei der Bearbeitung der Lernaufgaben orientieren können. Diese strukturierte Form des Protokollierens stellt für die Lernenden ein adäquates Mittel dar, um an naturwissenschaftliches Arbeiten herangeführt zu werden. Auch im Hinblick auf die Studienergebnisse, die belegen, dass leistungsschwächere Lernende von stärker strukturierten Lernangeboten profitieren (vgl. Wodzinski 2007, S. 5), stellen die von den Lehrenden eingesetzten Maßnahmen für die zu untersuchende Lerngruppe eine angemessene und sicherlich adäquate Unterstützung für die Darstellung der Beobachtungen dar.

Aus den in Kapitel 4.4.3 angeführten Ergebnissen geht hervor, dass die Schülerinnen und Schüler noch Unterstützung im Nutzen abstrakter Modelle und Konzepte zur Erklärung von naturwissenschaftlichen Phänomenen benötigen. Daher sollten Differenzierungsmaßnahmen auch im Rahmen des Versuchsprotokolls zum Erklären von Beobachtungen aufgegriffen und unterstützt werden. Diese könnten sowohl an Förderschulen als auch im inklusiven Unterricht zum Einsatz kommen. Um den Weg von der Beobachtung zur Deutung langfristig zu verbessern und ein tiefergehendes Verständnis über die Lerninhalte zu erzielen, ist die Einbeziehung der submikroskopischen Ebene im Versuchsprotokoll unerlässlich (vgl. Kapitel 2.1.1). Die Lehrenden könnten in ihre Maßnahmen stärker die Einbeziehung von Visualisierungshilfen wie Modelle und Zeichnungen zu Modellvorstellungen integrieren. Diese Ideen könnten in Kombination mit den von den Lehrenden eingesetzten Maßnahmen zur Entwicklung von Unterrichtsmaterialien unter Einbeziehung kooperativer Lernformen und gestufter Lernhilfen aufgegriffen und weiterentwickelt werden.

4.4.4 Empfehlungen zur Entwicklung eines Förderkonzeptes

Mit dem Ziel, erste Anhaltspunkte für die Entwicklung von Fördermaßnahmen für hörgeschädigte Lernende zu erhalten, werden die Lehrkräfte in Interviews diesbezüglich zu ihren ersten Ideen und Empfehlungen befragt (vgl. Abb. 4.9).

Meinungs- und Erfahrungsfragen

1. Was könnte Ihrer Ansicht nach den Lernenden helfen, die Experimente zu dokumentieren? (Hinweise und Anregungen)
2. Wie würden Sie die Brauchbarkeit dieser Unterstützungshilfen einschätzen?
3. Welche Schwierigkeiten sehen Sie beim Einsatz der Materialien?
4. Wären Sie interessiert, diese Materialien in Ihrem Unterricht einzusetzen?

Abb. 4.9: Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden (Teil II)

Diese Vorgehensweise, die sich an der praktischen Erfahrung der Lehrkräfte orientiert, zielt darauf ab, die unterrichtspraktische Relevanz der zu entwickelnden Fördermaßnahmen für die untersuchte Zielgruppe und der daraus resultierenden konzeptionellen Ansätze zu erhöhen. Um mit den Lehrenden in ein Gespräch über die Optimierung und Entwicklung von Unterrichtsmaterialien zu kommen, werden ihnen Arbeitsmaterialien zur Unterrichtseinheit „Trennverfahren“ präsentiert. Die Materialien wurden von der Verfasserin in Anlehnung an Leisen (2010) entwickelt und dienen lediglich als Gesprächsimpuls. Dazu zählen strukturierte Arbeitsblätter, die unter anderem gestützt von Wortlisten und Sprachgeländern bearbeitet werden können (vgl. Leisen 2010, S. 12ff.).

Eine Möglichkeit, die von den Lehrenden grundsätzlich zur Unterstützung der Lernenden beim Dokumentieren von Experimenten vorgeschlagen wird, besteht in der Durchführung eines fächerübergreifenden Unterrichts. Eine Lehrkraft regt an, dass die Struktur des Versuchsprotokolls bereits im Deutschunterricht als Beispiel für eine Textsorte im Chemieunterricht eingeführt werden könnte. In diesem Rahmen könnten der strukturelle Aufbau sowie textsortenspezifische Sprachmuster des Versuchsprotokolls erschlossen und gefördert werden (vgl. Thürmann 2011, S. 15). Auf die Ressourcen dieser interdisziplinären Synergieeffekte wird in jüngster Zeit vor allem im Hinblick auf die Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache hingewiesen (vgl. z.B. Kniffka & Siebert-Ott 2009). An dieser Stelle ist zu beachten, dass nicht von einem

fächerübergreifenden Unterricht im ursprünglichen Sinne die Rede ist, sondern von einer *durchgängigen Sprachbildung* und Sprachförderung, die dauerhaft in allen Fächern stattfinden soll (vgl. Lange & Gogolin 2010, S. 9).

„Was ich auch ganz spannend finde, ist so ne fächerübergreifende Zusammenarbeit, da muss man gucken, ob das mit dem Deutschunterricht von der Zeit her noch klappt und auch mit dem DGS-Unterricht“ (Interview L513).

Weiterhin wird zu einer Kooperation mit den Lehrenden des Gebärdensprachunterrichts angeregt mit dem Ziel, die fachbezogene Unterrichtskommunikation zu unterstützen. Da Fachgebärden, wie bereits erwähnt, nur in geringer Zahl vorliegen (vgl. Kapitel 4.4.3), könnten die zur Verfügung stehenden Fachgebärden eingeübt sowie neue Fachgebärden entwickelt werden. Zudem wäre eine Zusammengstellung der Begriffe als Glossar in einer gemeinsamen Online-Plattform sinnvoll, die durch einen regen Austausch mit anderen Förderschulen und inklusiven Schulen erweitert werden kann. Durch das Bereitstellen von Fachgebärden, die eine gebärdensprachliche Kommunikation über chemische Sachverhalte ermöglichen, könnte ein Beitrag zum Erwerb der Scientific Literacy geleistet werden, welche sich insbesondere auch außerhalb des schulischen Kontextes hervortun soll. Da die Wörter zusätzlich zum Fachbegriff in der deutschen Sprache auch in der Gebärdensprache eingeführt werden, würde den Lernenden eine zusätzliche Lernhilfe durch die visuell-manuelle Sprache zur Verfügung gestellt werden. Das Vorhandensein eines solchen Fachgebärdenglossars würde den Wünschen der interviewten Lehrkräfte im vollen Umfang entsprechen, wie auch im folgenden Beispiel deutlich wird.

„Wenn die Begriffe, die während der Unterrichtsreihe benutzt wurden [...] als Merkbegriffe irgendwo festgehalten sind. Also, wenn man das noch mal, also, den Wortschatz noch mal festhält [...]. Ja, schön wär natürlich auch, wenn man, so wie man n Bild aufm Computer ausdrucken kann zum Trichter, zum Filtrieren oder so, wenn man dazu auch die Gebärde ausdrucken könnte oder hinzu nimmt“ (Interview L221).

Da sich eine eingeschränkte auditive Perzeptionsfähigkeit häufig auf den Erwerb der sprachlichen Fähigkeiten auswirkt, spielen Visualisierungshilfen nach Angaben der Lehrkräfte eine besondere Rolle. Diese sollten nach Möglichkeit oft und auf vielfältige Weise eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang regen die Lehrenden an, Versuchsbeschreibungen anhand von Bildern zu veranschaulichen und alternative Darstellungsmög-

lichkeiten einzubringen, die auch von Leisen (2010) zur Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht empfohlen werden. Dazu wurden von den Lehrenden die folgenden Aussagen getätigt. So sei nach Angaben einer Lehrkraft *„alles, was mit Visualisierung zu tun hat, sowieso besser.“* (Interview 319).

„Vielleicht könnte man ja auch als Unterstützung einen Versuch an Bildern rekonstruieren“ (Interview L221).

„Ja, ganz viel mit Modellen arbeiten, das finde ich schon toll und sinnvoll. Also so anschaulich, wie es geht und machbar ist“ (Interview L513).

Weiterhin wird von den Lehrkräften eingebracht, dass der Einsatz von Sachmodellen das Verstehen chemischer Sachverhalte als weitere Visualisierungshilfe unterstützen könnte. Da viele Lernende allerdings Schwierigkeiten haben, abstrakte Modelle und Konzepte zu verstehen (vgl. Kapitel 4.4.3), sollte die submikroskopische Ebene im Chemieunterricht schrittweise und unter der Verwendung von weiteren Lernhilfen eingeführt werden. Für die Entwicklung der Fördermaßnahmen sollten nach Angaben der Lehrkräfte Experimente eine besondere Rolle spielen. In einem handlungsorientierten Unterricht könnten Schlüsselexperimente (z.B. Verbrennung von Eisenwolle) durchgeführt werden, welche die chemischen Basiskonzepte wiedergeben. Das stetige Aufgreifen der Konzepte könnte einen Beitrag dazu leisten, den Erwerb der Scientific Literacy zu unterstützen.

„Wenn man das als grundsätzliches Prinzip immer mal wieder darauf verweist, seht ihr, hier ist das auch so und hier ist das wieder und das ist so aufgebaut, weil oder damit das und das sein kann. Dass man das immer wieder wiederholt, also so ein grundsätzliches naturwissenschaftliches Verständnis schafft oder anbahnt zumindest. Also schafft vielleicht (Lachen) noch nicht ganz, aber anbahnt“ (Interview L513).

Weiterhin empfehlen die Lehrkräfte, dass die Lernhilfen klar strukturiert und einfach in der Handhabung sein sollen, sodass die Lernenden selbstständig arbeiten können. Wie bereits in Kapitel 4.3.3 dargestellt wurde, wird im Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden zum Beschreiben und Erklären von Versuchen als Unterstützung bereits eine Struktur vorgegeben. Vor dem Hintergrund der ermittelten Lernschwierigkeiten ist anzunehmen, dass das Experimentieren und Protokollieren in einer offeneren Lernumgebung die Fähig-

keiten der Lernenden überschreiten würde. Aus diesem Grund wird häufig auf strukturiertere Formen des naturwissenschaftlichen Arbeitens zurückgegriffen (vgl. Kapitel 2.1.1).

„Ja, es muss eine einfache Strukturierung sein [...] Es muss, die Lösung muss einfach zu finden sein oder die Hilfe muss einfach zu finden sein und auch möglichst selbständig, also, (stottert) selbsterklärend sein“ (Interview L319).

So wurden auch die von der Verfasserin als Gesprächsimpuls eingebrachten Materialien hinsichtlich der Unterstützung des Dokumentierens sowie der strukturierte und wiederkehrende Aufbau der Materialien als positiv beurteilt. Weiterhin schaffen die bereitgestellten Lernhilfen Möglichkeiten zur Differenzierung und individuellen Förderung.

„Und ich kann mir das sowohl zur individuellen Förderung sehr gut vorstellen als auch so langfristig als, als Möglichkeit Dokumentation, Umgehen mit Sprache zur Dokumentation, zur Beobachtung von Phänomenen zum selbständigeren Umgang als hilfreiches Werkzeug vorstellen, ja“ (Interview L221).

„Also, ich denke für Schwerhörigenklassen ist das super einsetzbar. Ich denke, es ist schön, wenn man so ein Gerüst hat, wo sie sich dran orientieren können. [...] Materialien, die man braucht, oder wir holen uns oder wie auch immer man das nennt. Einmal das Thema, dann vielleicht die Frage oder was man herausfinden möchte. Also, dass diese äußere Struktur immer sehr ähnlich ist, egal was man durchführt, welchen Versuch. Das ist, denke ich, hilfreich, dass die Schüler sich da schon gut orientieren können“ (Interview L513).

Eine Lehrkraft gibt bei der Gestaltung der Fördermaßnahmen zu bedenken, dass keine zu starke Fokussierung auf die sprachliche Korrektheit stattfinden sollte. Durch diesen Fokus könne das Voranschreiten im Unterrichtstoff verlangsamt werden.

„Aber es ist natürlich für unsere Schüler eine massive Schwierigkeit, die, wenn ich da ganz großen Wert drauf lege, dass das [...] weitgehend sprachlich korrekt, habe ich die entsprechende Verlangsamung sicherlich bei den Unterrichtsinhalten und bei der Kompetenzentwicklung. Und da muss man irgendwo den Mittelweg finden“ (Interview L111).

Die Aussage der Lehrkraft folgt dem in der Hörgeschädigtenpädagogik vorherrschenden Paradigma, eine zu starke Fokussierung auf den Spracherwerb zugunsten des Erwerbs der

fachlichen Inhalte zu vermeiden (vgl. Hase 2004). Eine grundlegende Abwendung vom Einsatz sprachförderlicher Maßnahmen wäre allerdings als kritisch einzustufen, da im naturwissenschaftlichen Unterricht die Sprache nicht nur das Medium, sondern gleichzeitig auch den Lerninhalt an sich darstellt (vgl. Kapitel 2.2). Weiterhin erfolgt der Erwerb der in den Bildungsstandards verankerten Kompetenzen anhand von Sprachhandlungen wie Erklären, Beschreiben oder Interpretieren, die notwendigerweise mit der Verwendung von Sprache zusammenhängen (vgl. Tajmel 2011, S. 2ff.). Nach Angaben von Spencer & Marschark (2010) kann aber gerade durch das Anfertigen von Versuchsbeschreibungen das Einprägen der Lerninhalte sowie der Erwerb fachsprachlicher Kompetenzen in einem handlungsorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht auf authentische Weise gefördert werden (vgl. ebd. 2010, S. 147). Gleichzeitig weisen sie darauf hin, dass auf diese Weise die Sprache gefördert werden kann, dabei aber keine zu starke Orientierung an der sprachlichen Korrektheit erfolgen sollte, auch um eine Frustration und Resignation aufseiten der Lernenden zu vermeiden. So wird empfohlen, alternative Kommunikations- und Darstellungsformen in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren und damit die anthropologischen Voraussetzungen der Zielgruppe zu berücksichtigen (vgl. z.B. Leonhardt 1986, Roald 2002), was ebenfalls den zuvor geschilderten Empfehlungen der Lehrkräfte zur Visualisierung entspricht. Da der Zusammenhang zwischen sprachlichem und fachlichem Lernen grundsätzlich offensichtlich und in diesem Zusammenhang von einigen Besonderheiten gekennzeichnet ist, kann die Förderung der Sprache jedoch nicht unberücksichtigt bleiben. Auch weil ein gewisses Maß an fachbezogener Kommunikationsfähigkeit für den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung von großer Bedeutung ist. So empfiehlt es sich zur Förderung der Lernenden sowohl alternative Darstellungsmöglichkeiten als auch sprachfördernde Maßnahmen einzubeziehen.

Durch diese ersten Gespräche konnten bereits erste Impulse dahingehend gewonnen werden, dass die Aspekte Strukturierung, Visualisierung und Sprachförderung bei der Gestaltung von Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung zu beachten und vorzuziehen sind. Tabelle 4.4 fasst diese zusammen.

Tab. 4.4: Erste Impulse der Lehrkräfte zur Entwicklung von Fördermaßnahmen

Hauptkategorien	Beispiele zur konkreten Umsetzung
Strukturierung	gegliederte Arbeitsblätter
	wiederkehrende Strukturen
	gestufte Lernhilfen, um selbstständiges Arbeiten zu ermöglichen
Visualisierung	Sachmodelle
	Einbeziehung alternativer Darstellungsmöglichkeiten als Ergänzung zur Schriftsprache
	Prägnante Experimente zur Darstellung der chemischen Basiskonzepte
Sprachförderung	Kooperation mit Deutsch- oder DGS-Lehrperson
	Zusammenfassung zentraler Fachbegriffe
	Fachwortglossare in Gebärdensprache
	<i>aber</i> keine zu starke Fokussierung auf die sprachliche Korrektheit auf Kosten fachlicher Inhalte

Da sich die Lehrenden erfreulicherweise zu einer Kooperation bereit erklärt haben, können auf Grundlage dieser Erkenntnisse weitere Gespräche folgen, in denen die vorgeschlagenen Maßnahmen für die Planung konkreter Lernumgebungen umgesetzt werden.

4.5 Konsequenzen

Auf Grundlage der zuvor dargestellten Ergebnisse können die Untersuchungsfragen der Studie ausführlich beantwortet werden. So wurden mithilfe der gewählten Erhebungsinstrumente detaillierte Einblicke in die allgemeinen Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte gewonnen (U1) sowie Informationen darüber erhalten, vor welchen Herausforderungen die Schülerinnen und Schüler der angesprochen Zielgruppe beim Lernen von Chemie stehen (U2). Weiterhin konnten die eingesetzten Strategien der Lehrenden (U3) sowie deren Empfehlungen zur Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht erfasst werden (U4).

Im folgenden Kapitel werden methodische und inhaltliche Konsequenzen der Studie abgeleitet, die aus den Erkenntnissen der ersten Projektphase hervorgegangen sind. Aus den ermittelten Herausforderungen der Lernenden im Chemieunterricht sowie aus der Analyse

des Bedingungsfeldes sollen in Anlehnung an das Modell zur diagnosegeleiteten Förderung entsprechende Förderziele und Forschungsfragen abgeleitet werden (vgl. Kapitel 3).

4.5.1 Reflexion der methodischen Vorgehensweise

Die im Rahmen der ersten Projektphase durchgeführte explorative Studie zur Diagnose der Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung im Chemieunterricht sowie zur Analyse des Bedingungsfeldes dient als eine erste Annäherung an eine Thematik, die von der fachdidaktischen Forschung bisher weitgehend unberührt geblieben ist. Mithilfe der umfassenden Untersuchungsfragen, mit denen allgemeine Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte, Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler beim Lernen von Chemie, von den Lehrenden eingesetzte Fördermaterialien sowie Empfehlungen zu weiteren Vorgehensweisen untersucht wurden, können Hinweise auf zukünftige Forschungsschwerpunkte abgeleitet werden.

Zur Beantwortung der vier Untersuchungsfragen hat sich der Einsatz der verschiedenen Erhebungsinstrumente mit dem Ziel einer offenen und multiperspektivischen Herangehensweise als äußerst hilfreich und bereichernd erwiesen. Durch den Einsatz des offenen Fragebogens (vgl. Kapitel 4.3.1) konnte ein erster Überblick über die Thematik geschaffen und ein allgemeiner Problemaufriss vorgenommen werden. Dabei wurde die zentrale Leitfrage nach den fachspezifischen Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler um weitere Fragestellungen zur Förderung der Kommunikation im Chemieunterricht ergänzt. Auch wenn der Förderung der Kommunikation in dieser Schulform aufgrund des Förderschwerpunktes grundsätzlich ein höherer Stellenwert zukommen mag als im Chemieunterricht anderer Schulformen, fiel die Beantwortung dieser Fragen sehr unterschiedlich aus, sodass sich ein sehr breites Antwortspektrum abbildete. Aus den Antworten dieser Fragestellungen gehen aufschlussreiche Auskünfte hervor, die in Vorüberlegungen zur Unterstützung der Lernenden mit Hörschädigung im Chemieunterricht einfließen. Da die Beantwortung der Fragen des offenen Fragebogens gemessen an den verfolgten Untersuchungszielen jedoch weniger spezifisch ausfällt, werden diese Ergebnisse mit dem Ziel der stärkeren Fokussierung des Untersuchungsgegenstandes im Verlauf der Untersuchung weniger stark berücksichtigt. So kam der Leitfrage zu den besonderen Herausforderungen im Chemieunterricht, die vornehmlich zur Beantwortung der zweiten Untersuchungsfrage diente,

ein größerer Stellenwert zu. Die fachspezifischen Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler konnten mithilfe des Fragebogens äußerst umfassend beschrieben werden.

Bei der Durchführung der Interviews wurden diejenigen Aspekte in den Vordergrund gerückt, die sich bereits im Rahmen der Fragebogenstudie als besonders zentral herausgestellt haben (vgl. Kapitel 4.3.2). Somit konnten die Interviews zur weiteren Fokussierung und Vertiefung des Forschungsschwerpunktes erheblich beitragen. Durch die Flexibilität und Offenheit, die durch Leitfadeninterviews gegeben ist, wurden unter anderem die Herausforderungen der Lernenden, deren Ursachen und Vernetzungen ergründet.

Die Durchführung der Unterrichtsbeobachtungen konnte schließlich das methodische Vorgehen optimal abrunden. Durch die Einblicke in die Unterrichtspraxis gelang es nicht nur, die Aussagen der Lehrenden weitestgehend zu bestätigen, sondern auch das Verhalten und die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler stärker in den Blick zu nehmen (vgl. Kapitel 4.3.3). Um noch detailliertere Einblicke in die Unterrichtspraxis zur Überprüfung der Ergebnisse der Fragebogen- und Interviewstudie zu erhalten, könnte in zukünftigen Studien ein größerer Schwerpunkt auf das Beobachten und systematische Analysieren von Unterrichtsstunden gelegt werden.

4.5.2 Fokussierung des Forschungsprojektes und weiterführende Forschungsfragen

Nach Abschluss der ersten Projektphase werden aus den Ergebnissen nun inhaltliche Konsequenzen und weiterführende Forschungsfragen generiert. Die Forschungsfragen dienen dazu, „eine Lücke in einem gemeinsamen Wissensbestand [zu] beschreiben, die geschlossen werden soll“ (Gläser & Laudel 2009, S. 64). Aus den Ergebnissen konnte eine Reihe von Bedarfsbereichen identifiziert werden, durch die sich für die Bearbeitung der Thematik unterschiedliche Zugänge und Perspektiven für die fachdidaktische Forschung ergeben. Aufgrund der Vielzahl der aufgedeckten Bedarfe ist eine Berücksichtigung aller Schwerpunkte im Rahmen dieser Arbeit aus nachvollziehbaren Gründen nicht möglich. Zudem ist eine Eingrenzung des Forschungsgebietes wichtig, um zu aussagekräftigen und begründeten Studienergebnissen zu kommen.

Bei der näheren Betrachtung der Ergebnisse der ersten und zweiten Untersuchungsfrage wird deutlich, dass nicht alle herausgestellten Aspekte durch fachdidaktische Forschung direkt beeinflussbar sind. Die vor dem Hintergrund der Ergebnisse und Literaturrecherchen

durch Forschung beeinflussbaren, nur zum Teil beeinflussbaren oder nicht beeinflussbaren Aspekte wurden in Tabelle 4.5 zusammengefasst und farblich kodiert.

Tab. 4.5: Bedarfe im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte und die mögliche Beeinflussbarkeit durch fachdidaktische Forschung

Hauptkategorien	Subkategorien
Lehrende	Studium
	Qualifikation
	Tätigkeiten
Lernende	Kommunikationssysteme
	Förderbedarfe
Organisatorisch-strukturelle Begebenheiten	Curriculum
	Lehr- und Lernmaterialien
	Ausstattung
	Zeit
Sprache	Allgemeine Sprachkompetenz
	Fachsprache und -begriffe
	Fachgebärden
Vorwissen	Alltagswissen und -erfahrung
	Gespräche mit den Eltern
	Mediennutzung
Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	Hypothesenbildung
	Versuchsanleitungen folgen
	Versuche beschreiben
	Abstrakte Modelle und Konzepte
	Problemorientiertes Denken
	Verbinden von Zusammenhängen

durch fachdidaktische Forschung beeinflussbar

durch fachdidaktische Forschung zum Teil beeinflussbar

durch fachdidaktische Forschung nicht beeinflussbar

Bereits die Formulierung der ersten Untersuchungsfrage zeigt auf, dass es sich bei den an dieser Stelle herausgestellten Bedarfen der Lehrenden, Lernenden und organisatorisch-strukturellen Gegebenheiten um äußere Faktoren handelt, die offensichtlich außerhalb des Einflussbereichs fachdidaktischer Forschung liegen. Ferner werden diese Bedarfe durch die Struktur der Schulform selbst hervorgerufen und begründet. Beispielsweise scheint das Fehlen von Fachpersonal ein generelles Problem zu sein, das an Förderschulen vorherrscht. So kann durch fachdidaktische Forschung nicht erzielt werden, dass eine größere Zahl von Studierenden der Sonderpädagogik das Unterrichtsfach Chemie wählt. Weiterhin können

im zeitlichen Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes nicht ausreichend finanzielle Mittel beschafft werden, um den Förderschulen für Hörgeschädigte eine angemessene Ausstattung für den Bereich Chemie zu ermöglichen. Zudem hängt das Fehlen von Unterrichtsmaterialien vermutlich mit den curricularen Problemen zusammen, da für Förderschulen für Hörgeschädigte meist keine gesonderten Lehrpläne vorliegen.

Auch im Hinblick auf die Ergebnisse der zweiten Untersuchungsfrage liegen Aspekte vor, die durch Forschungsergebnisse kaum veränderbar sind. Da das geringe Alltagswissen der Lernenden häufig durch fehlende Gespräche mit den Eltern verursacht wird, besteht in diesem Bereich keine Handhabe. Allerdings könnte das Mediennutzungsverhalten der Lernenden in Bezug auf den Chemieunterricht zumindest zum Teil verändert werden, wenn die Untertitelung im Allgemeinen und insbesondere für Lehrfilme im Bereich Chemie ausgebaut werden würde. Aufgrund der engen Verbindung zwischen der Fähigkeit der Hypothesenbildung und dem bereichsspezifischen Vorwissen besteht auch hier nur eine eingeschränkte Handhabe. Da allerdings das sprachliche Ausdrucksvermögen für die Hypothesenbildung ebenfalls eine Rolle spielt, könnten zumindest sprachliche Hilfen sowie Ideen-vorschläge zur Anregung der Alltagserfahrung bereitgestellt werden. Wie in Kapitel 4.4.2 problematisiert wurde, handelt es sich bei der Entwicklung eines Fachgebärdenlexikons für den naturwissenschaftlichen Bereich um ein schwieriges Unterfangen. Zur Unterstützung der Kommunikation könnte aber zumindest ein reger Austausch zwischen den Chemie-lehrenden über eingesetzte Fachgebärden angeregt und gegebenenfalls gehörlose Chemike-rinnen und Chemiker sowie Laborpersonal einbezogen werden. Dennoch würde trotz Fachgebärden die Herausforderung bestehen bleiben, die Konzepte und Bedeutungsinhalte der Fachbegriffe zu erarbeiten.

Dass aufseiten der Schülerinnen und Schüler besondere Herausforderungen hinsichtlich der (Fach-)Sprache bestehen, konnte im Rahmen der Darstellung der Ergebnisse deutlich herausgestellt werden. Um die zentrale Rolle der sprachlichen und kommunikativen Fähigkeiten für das erfolgreiche Lernen im Chemieunterricht noch einmal zu verdeutlichen, wurden die herausgestellten Bedarfe der Lernenden den Kompetenzbereichen der Bil-dungsstandards zugeordnet (vgl. KMK 2005, S. 7ff.). Die Bildungsstandards werden, wie bereits erwähnt, im vorliegenden Forschungsprojekt als Rahmenkonzepte aufgefasst, wo-bei die bedingungslose Forderung nach der Erreichung der Kompetenzen im Hinblick auf die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen von Lernenden mit Förderbedarf überdacht werden sollte (vgl. Kapitel 2.3.3). Der Vernetzung zwischen den identifizierten Lern-

schwierigkeiten und den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards sind im Folgenden dargestellt (vgl. Tab. 4.6).

Tab. 4.6: Bedarfsbereiche und die Bildungsstandards des Fachs Chemie (vgl. KMK 2005, S. 7ff.)

Kompetenzbereiche	Identifizierte Bedarfsbereiche
Fachwissen	Fachsprache- und begriffe
	Fachgebärden
Erkenntnisgewinnung	Hypothesenbildung
	Versuchsanleitungen folgen
	Versuche beschreiben
	Abstrakte Modelle und Konzepte
	Problemorientiertes Denken
	Verbinden von Zusammenhängen
Kommunikation	Allgemeine Sprachkompetenz
	Kommunikationssysteme
Bewertung	Alltagswissen und -erfahrungen
	Mediennutzung
	Gespräche mit den Eltern

So scheint es der Fall zu sein, dass sprachliche und kommunikative Fähigkeiten den Erwerb dieser Kompetenzen erst ermöglichen und somit der Ausbau der sprachlichen Fähigkeiten im Verlauf des vorliegenden Forschungsprojektes in jedem Fall zu berücksichtigen ist. Weiterhin wird deutlich, dass die sprachlichen Abweichungen der Lernenden insbesondere auf den Erwerb der Fähigkeiten Einfluss nehmen, die dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zugeordnet sind, in denen sich wesentliche Merkmale naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen wiederfinden. Speziell haben sich im Rahmen der Untersuchung das Beschreiben sowie das Erklären von Versuchen mit Modellen als deutliche Schwerpunkte herausgestellt, bei denen die Anwendung der (Fach-)Sprache unumgänglich ist. Da es sich bei dem Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen um zentrale Lernziele des Chemieunterrichtes handelt und diese auch einen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung der Scientific Literacy leisten können (vgl. Kapitel 2.1), scheint eine Unterstützung der Lernenden in diesem Bereich unausweichlich. So sollen im vorliegenden Forschungsprojekt geeignete Fördermaßnahmen entwickelt und erprobt werden, um die Lernenden hinsichtlich dieser Schwerpunkte zu fördern. Daher soll im weiteren Verlauf des Projektes den folgenden Forschungsfragen nachgegangen werden:

F: Auf welche Weise können Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung

- 1. im Anwenden von Fachbegriffen,*
- 2. im Beschreiben von Beobachtungen*
- 3. sowie im Erklären unter Verwendung von Modellen unterstützt werden?*

Zur Entwicklung der Fördermaßnahmen sind insbesondere die eingesetzten Strategien und Empfehlungen der Lehrenden hinsichtlich der Strukturierung, Visualisierung und Sprachförderung zur Entwicklung der Lernangebote heranzuziehen. Diese Hinweise könnten im Rahmen einer weiterführenden Kooperation mit den Lehrkräften konkretisiert werden. Da der erhebliche Einfluss der fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen der Lehrperson auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler nicht von der Hand zu weisen ist (vgl. Hattie 2013), kann die Berücksichtigung der Lehrenden nicht vollständig außer Acht gelassen werden. So können die fachfremden Lehrenden von den entwickelten Unterrichtsmaterialien ebenfalls profitieren und unterstützt werden. Die identifizierten Unterrichtsprinzipien und Fördermaterialien sollen ausdrücklich (zukünftigen) Lehrenden an inklusiven Schulen zugutekommen, die in der Regel nicht über eine sonderpädagogische Ausbildung verfügen und aufgrund der Veränderungen im Bildungssystem dazu angehalten sind, alle Lernenden im Erwerb der Scientific Literacy zu unterstützen.

Dass zur Optimierung des Chemieunterrichts an Förderschulen für Hörgeschädigte weitere Variablen ausschlaggebend sein können, die über das Bereitstellen von Lehr- und Lernmaterialien hinausgeht, ist anhand der ausführlichen Darstellung der Problemlage deutlich geworden. Vor dem Hintergrund der Herausforderungen im Chemieunterricht, welche sich als komplexes Konstrukt darstellen, sollen die im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelten Maßnahmen einen Schritt zur Weiterentwicklung konkreter Lernsituationen darstellen, die nicht den Anspruch erheben, alle optimierungswürdigen Aspekte im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte zu berücksichtigen.

5 Entwicklung und Darstellung eines Förderkonzeptes für hörgeschädigte Lernende

Mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung beim Lernen von Chemie zu unterstützen, sollen im Rahmen des vorliegenden Projektes konkrete Fördermaßnahmen für den Chemieunterricht entwickelt werden. Zu diesem Zweck werden die von den Lehrenden ausgesprochenen Empfehlungen (vgl. Kapitel 4.4.4) konkretisiert, weiterentwickelt und zu einem umfassenden Förderkonzept zur Einführung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen für den chemischen Anfangsunterricht zusammengefasst. Die Entwicklung von Fördermaßnahmen entspricht dem zweiten Arbeitsschritt der diagnosegeleiteten Förderung (vgl. Kapitel 3) und wird Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen sein.

5.1 Ziele des Förderkonzeptes

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Studie kann entnommen werden, dass das Anwenden von Fachbegriffen sowie das Beschreiben und Erklären von Experimenten mit Modellen konkrete Förderziele für Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung im Chemieunterricht darstellen (vgl. Kapitel 4.4.2). Da entsprechende Unterrichtsmaterialien, die auf die Lernschwierigkeiten und -voraussetzungen von Lernenden mit Hörschädigung abgestimmt sind, bisher nur in geringer Zahl vorliegen, sollen diese im Rahmen der zweiten Projektphase entwickelt und die formulierten Forschungsfragen damit beantwortet werden (vgl. Kapitel 4.5.2). Als konkrete Lernsituation wird für die Förderung der Schülerinnen und Schüler das Dokumentieren von Experimenten ausgewählt, das auch als „naturwissenschaftliche Kulturtechnik“ (Brüning 1990, S. 101) bezeichnet wird und einen konstitutiven Bestandteil naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen bildet (vgl. Kapitel 2.2.2). Da das Dokumentieren von Experimenten nicht nur für den Chemieunterricht, sondern auch für den Physik- und Biologieunterricht zentral ist, wird eine gewisse Übertragbarkeit der zu entwickelnden Maßnahmen für die anderen naturwissenschaftlichen Fächer erwartet. Zur konkreten Planung des Förderkonzeptes wird als fachlicher Lerninhalt das „Löslichkeitskonzept“ exemplarisch für den chemischen Anfangsunterricht gewählt, das dem chemischen Basiskonzept „Stoff-Teilchen-Beziehung“ zuzuordnen ist (vgl. KMK 2005, S. 8).

Sowohl die Entwicklung als auch die Erprobung des Förderkonzeptes erfolgt in einer starken Anbindung an die schulische Praxis, da sich diese Vorgehensweise bereits für die Diagnose der Problem- und Bedarfsbereiche im Chemieunterricht der vorgestellten Studie bewährt hat. Durch die enge Zusammenarbeit mit den Lehrkräften bei der Entwicklung der Fördermaßnahmen wird eine Verknüpfung zwischen theoretischen Vorüberlegungen und unterrichtspraktischen Erfahrungen im Sinne der partizipativen Aktionsforschung angestrebt. Auf diese Weise soll gewährleistet werden, dass die zu entwickelnden Fördermaßnahmen einen nachweislichen unterrichtspraktischen Nutzen aufweisen und diese auch von anderen Lehrenden im Unterricht eingesetzt werden können. Das Vorhandensein von Lehr- und Lernmaterialien, die auf die Bedürfnisse von Lernenden mit Hörschädigung abgestimmt sind, kann neben Förderschullehrenden auch Regelschullehrenden an inklusiven Schulen zugutekommen. Wie aus den Ergebnissen der zuvor dargestellten Studie hervorgeht, sind an Förderschulen kaum ausgebildete Fachkräfte sowie entsprechende Lehr- und Lernmaterialien vorhanden. Lehrkräften an inklusiven Schulen hingegen fehlt es in der Regel an einer sonderpädagogischen Ausbildung, die zur Wissenstransformation und Differenzierung in inklusiven Lerngruppen beitragen könnte (vgl. Kapitel 2.3). Durch geeignete Fördermaßnahmen soll das Lehren und Lernen von Chemie unterstützt werden. Für die Entwicklung von Fördermaßnahmen für hörgeschädigte Lernende werden von den befragten Lehrenden die unterrichtsleitenden Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung in den Fokus gerückt werden (vgl. Kapitel 4.4.4). Diese didaktischen Prinzipien sollen dem Anwenden von Fachbegriffen, dem Beschreiben und Erklären von Experimenten zur Einführung in naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen zugrunde gelegt werden. Es steht zu erwarten, dass die damit verfolgte verbesserte Zugänglichkeit chemischer Lerninhalte für Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung langfristig zum Erwerb der Scientific Literacy beiträgt (vgl. Kapitel 2.1).

Im vorliegenden Kapitel erfolgt zunächst eine Analyse der Sachstruktur des Lerninhalts „Löslichkeitskonzept“, welche Voraussetzung für die konkrete Planung und Entwicklung des Förderkonzeptes ist (vgl. Kapitel 5.2). Daraufhin wird die Forschungsmethodik erläutert, die in der Entwicklung des Förderkonzeptes Anwendung findet. Dabei steht der Forschungsansatz der partizipativen Aktionsforschung im Vordergrund, welcher sich durch eine enge Kooperation zwischen Vertreterinnen und Vertretern der Hochschule und unterrichtenden Lehrenden sowie durch wiederkehrende Phasen der Planung, praktischen Erprobung und Reflexion auszeichnet (vgl. Kapitel 5.3). In einer Bedingungsanalyse wird die Lerngruppe vorgestellt, die an der praktischen Erprobung der partizipativen Aktionsfor-

sung teilgenommen hat. Auf Grundlage der dargestellten Lernvoraussetzungen und Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler sind Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung und die Entwicklung der Fördermaßnahmen abzuleiten (vgl. Kapitel 5.4). Die Darstellung und theoretische Begründung des Förderkonzeptes erfolgt unter Berücksichtigung der Konsequenzen sowie einer interdisziplinär ausgerichteten Literaturrecherche und wird entlang der ermittelten Förderziele und Forschungsfragen vorgestellt (vgl. Kapitel 5.5). Daraufhin werden erste Konsequenzen für den Entwicklungsprozess des Förderkonzeptes abgeleitet (vgl. Kapitel 5.6).

5.2 „Das Löslichkeitskonzept“ – eine Sachstrukturanalyse

Das Förderkonzept des vorliegenden Forschungsprojektes wird am Beispiel des Lerninhaltes „Löslichkeitskonzept“ geplant. Dazu werden zunächst Lösungen aus Zucker bzw. Salz und Wasser hergestellt und die gelösten Stoffe anschließend durch Stofftrennverfahren zurückgewonnen. Der Lerninhalt soll im Folgenden aus fachwissenschaftlicher Perspektive analysiert und diskutiert werden.

5.2.1 Zur Definition des Begriffs „Lösung“

Entgegen der Annahme, dass für den Begriff „Lösung“ in der Fachwissenschaft Chemie ein einheitlicher Konsens besteht, können aus einschlägigen Werken der allgemeinen, anorganischen und physikalischen Chemie sowie aus zahlreichen Schulbüchern mannigfaltige und zum Teil konträre Definitionen entnommen werden. Zur Erläuterung der Definitionen, die sich im Grad der Differenziertheit unterscheiden, werden sie in Begriffsbestimmungen im weiteren und engeren Sinne unterteilt.

Die Definitionen zur Lösung im weiteren Sinne basieren auf einer pragmatischen Unterscheidung zwischen heterogenen und homogenen Stoffgemischen. So gehen aus dem Durchmischen von mindestens zwei Komponenten grundsätzlich entweder heterogene oder homogene Stoffgemische hervor. Heterogene Stoffgemische bestehen aus mindestens zwei mit dem bloßen Auge oder einer Lupe eindeutig erkennbaren Phasen, die unterschiedliche Stoffeigenschaften aufweisen (vgl. Mortimer & Müller 2007, S. 7). Als Beispiele für heterogene Stoffgemische sind Feststoffgemische oder Gemenge (z. B. Sand und Kies), Sus-

pensionen (z. B. Sand und Wasser) und Emulsionen (z. B. Fetttropfen in der Milch) zu nennen (vgl. Tausch & von Wachtendonk 2010, S. 34).

Homogene Stoffgemische werden im weitesten Sinne als Lösung bezeichnet. Es handelt sich um einphasige Stoffgemische, bei denen nach Christen & Meyer (1994) zwei Erscheinungen von besonderer Bedeutung sind.

„Unter ‚**Lösung**‘ im weitesten Sinne versteht man eine *homogene (einphasige) Mischung* [...]. Wenn man davon absieht, daß sich viele Substanzen durch eine chemische Umsetzung mit einem Lösemittel ‚lösen‘, wobei völlig neue Substanzen (Teilchen) entstehen, [...] sind für das Lösen zwei Erscheinungen von besonderer Bedeutung: die *Wechselwirkung zwischen Lösemittelteilchen und gelösten Teilchen* (die **Solvatation**) und die durch die *thermische Bewegung* bedingte **Dispersion**“ (Christen & Meyer 1994, S. 331).

Der Lösungsvorgang zeichnet sich auf der einen Seite durch den Vorgang der Solvatation aus, in welchem Wechselwirkungen zwischen den Teilchen des gelösten Stoffes und den Teilchen des Lösungsmittels vorherrschen, die wiederum die Teilchen des gelösten Stoffes umhüllen. Auf der anderen Seite erfolgt aufgrund der thermischen Bewegung eine gleichmäßige Verteilung der Teilchen, die als Dispersion bezeichnet wird. Heterogene und homogene Stoffgemische unterscheiden sich insofern, als dass im Falle der heterogenen Stoffgemische keine Solvatation, sondern lediglich eine Dispersion vorliegt. Weiterhin ist aus der Definition von Christen & Meyer (1994) zu entnehmen, dass Lösungsvorgänge in der Regel nicht als chemische Reaktionen zu bezeichnen sind. Auf die genauen Vorgänge beim Lösen sowie auf die Frage, ob es sich beim Lösungsvorgang um physikalische oder chemische Vorgänge handelt, wird im nächsten Kapitel eingegangen (vgl. Kapitel 5.2.2).

Nach Holleman, Wiberg & Wiberg (2007) können Lösungen im weiteren Sinne in allen Aggregatzuständen bestehen, sodass neben der Anzahl der vorliegenden Phase und dem homogenen Erscheinungsbild das Vorhandensein eines bestimmten Aggregatzustandes nicht ausschlaggebend ist.

„Der Begriff Lösung im weiteren Sinne umfasst dabei nicht nur flüssige, sondern auch feste (z. B. blaues Kobaltglas) und gasförmige Lösungen“ (Holleman, Wiberg & Wiberg 2007, S. 8).

Eine detaillierte Übersicht über verschiedene Löslichkeitssysteme am Beispiel von Zwei-Komponenten-Systemen wurde von Stoker (1989) aufgestellt. Demnach können Lösungen nicht nur in allen drei Aggregatzuständen vorliegen, sondern (theoretisch) aus allen denkbaren Kombinationen von Stoffen unterschiedlicher Aggregatzustände hervorgehen (vgl. Tab. 5.1). Laut dieser Definition können beispielsweise in einer flüssigen Lösung nicht nur flüssige, sondern durchaus auch gasförmige und feste Komponenten beteiligt sein. An dieser Stelle ist allerdings zu beachten, dass es sich bei den von Stoker (1989) aufgeführten Beispielen der Kombinationen „Flüssigkeit in Gas“ (feuchte Luft) und „Feststoff in Gas“ (sublimiertes Naphthalin in der Luft) streng genommen um Lösungen zweier Gase handelt. Der Grund dafür ist, dass in diesen Fällen das Wasser verdampft bzw. das Naphthalin (Hauptbestandteil von Mottenkugeln) sublimiert und in die Gasphase übergeht. Liegen die zu lösenden Stoffe nicht als Gase, sondern in flüssiger bzw. fester Form vor, werden sie als Aerosol bezeichnet, die allerdings als heterogene Stoffgemische zu klassifizieren sind (vgl. Grüß-Niehaus 2010, S. 60).

Tab. 5.1: Übersicht über verschiedene Systeme von Zwei-Komponenten-Lösungen nach Stoker (1989)

	Art der Lösung	Beispiel
Gasförmige Lösung	Gas in Gas Flüssigkeit in Gas Feststoff in Gas	Trockene Luft Feuchte Luft Sublimiertes Naphthalin in der Luft
Flüssige Lösung	Gas in Flüssigkeit Flüssigkeit in Flüssigkeit Feststoff in Flüssigkeit	Mineralwasser Alkohol Salzwasser
Feste Lösung	Gas in Feststoff Flüssigkeit in Feststoff Feststoff in Feststoff	Wasserstoff in Platin Amalgame Sterlingsilber

Anders als in der hier vorgestellten Zusammenfassung von Stoker (1989) wird in verschiedenen Lehrwerken entlang der Differenzkategorie „Aggregatzustand“ eine weitere Eingrenzung des Lösungsbegriffs im engeren Sinne vorgenommen. So beziehen Mortimer & Müller (2007) nur Lösungen im festen und flüssigen Aggregatzustand in ihre Definition ein (vgl. ebd. 2007, S. 7). In zahlreichen Schulbüchern wiederum sind ausschließlich homogene Stoffgemische im flüssigen Aggregatzustand als Lösungen klassifiziert, wodurch

eine Abgrenzung zu festen und gasförmigen homogenen Stoffgemischen vorgenommen wird.

„Sind feste, flüssige oder gasförmige Bestandteile in einer Flüssigkeit sehr fein verteilt, nennt man ein solches homogenes Gemisch Lösung“ (Gietz et al. 2012, S. 57).

„Gasgemische, Legierungen und Lösungen gehören zu den homogenen Stoffgemischen“ (Asselborn, Jäckel & Risch 2009, S. 38).

Da die Eingrenzung des Begriffs in den Lehrwerken nicht näher begründet wird, kann über die Gründe der Beschränkung nur spekuliert werden. Die Eingrenzung mag möglicherweise darin begründet liegen, dass in der Fachwissenschaft Chemie flüssige Lösungen eine weitaus größere Rolle spielen als Lösungen im gasförmigen und festen Aggregatzustand (vgl. Riedel 1999, S. 304). Eine weitere Ursache könnte darin liegen, dass die von Jander & Spandau (1982) formulierten Kriterien einer Lösung möglicherweise am häufigsten durch homogene Stoffgemische im flüssigen Aggregatzustand erfüllt werden.

„Die Teilchen des gelösten Stoffes sind auch im Mikroskop nicht sichtbar; sie werden von Filterpapier nicht zurückgehalten, sondern dringen durch diese wie das Lösemittel hindurch; sie befinden sich in lebhafter Brownscher Molekularbewegung, erteilen der Lösung einen osmotischen Druck und rufen eine Siedepunkterhöhung und Gefrierpunktserniedrigung im Vergleich zum reinen Lösemittel hervor“ (Jander & Spandau 1982, S. 108).

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass mit Lösungsvorgängen auch tatsächliche Veränderungen der Stoffeigenschaften einhergehen können und der Vorgang somit nicht als ausschließlich physikalischer Prozess betrachtet werden kann.

Unter dem Begriff *echte Lösung* wird von Holleman, Wiberg & Wiberg (2007) sowie Jander & Spandau (1982) der Lösungsbegriff ein weiteres Mal eingegrenzt. So wird in diesen Definitionen ausschließlich ein Spezialfall der Kombination „Feststoff in Flüssigkeit“ als *echte Lösung* bezeichnet. Es wird festgelegt, dass bei einem Teilchendurchmesser von maximal 10^{-8} Ångström (vgl. Jander & Spandau 1982, S. 109) eine solche Lösung mit dem bloßen Auge und mithilfe von Messinstrumenten als einheitliche Phase wahrgenommen wird und erst dann ein molekulardisperses System vorliegt. Bei größeren Teilchendurchmessern wird hingegen von kolloidalen Lösungen oder Solen gesprochen, die nur noch mit groben Untersuchungsmitteln als homogene Stoffgemische erkennbar sind (vgl. Holleman,

Wiberg & Wiberg 2007, S. 167). Solche homogenen Mischungen sind streng genommen als heterogene Mischungen einzustufen, da mittels eines durch das Stoffgemisch einfallenden Lichtstrahls die einzelnen Partikel noch wahrgenommen werden können. Aus diesem Grund wirken solche Stoffgemische eher heterogen, während eine echte Lösung auch dann noch als homogen erkannt wird. Holleman, Wiberg & Wiberg (2007) sprechen in diesem Zusammenhang auch von einer *optisch leeren Flüssigkeit*. In kolloidalen Lösungen zeigt sich hingegen eine starke Streuung des Lichtes, die als *Tyndall-Effekt* bezeichnet wird (vgl. Mortimer & Müller 2007, S. 220).

Wie aus den dargestellten Definitionen hervorgeht, liegt für den Lösungsbegriff kein fachwissenschaftlicher Konsens vor. Einerseits ist den hier präsentierten Definitionen gemein, dass einphasige, homogene Stoffgemische, die aus mindestens zwei Komponenten bestehen, als Lösungen bezeichnet werden können. Jedoch werden andererseits durch Bedingungen wie dem Aggregatzustand, der Teilchengröße und aus dem Lösungsvorgang resultierende (veränderte) Stoffeigenschaften weitere Ausschlusskriterien formuliert, die wiederum Resultat unterschiedlicher Auffassungen und Begriffsinterpretationen sind. Im Allgemeinen ist es schwer ableitbar, ab wann ein homogenes Stoffgemisch tatsächlich als Lösung zu bezeichnen ist, da diese Festlegung von dem gewählten Lösungsbegriff abhängig ist. Wird eine Lösung im Allgemeinen als homogenes, einphasiges Stoffgemisch bezeichnet, das aus mindestens zwei Komponenten besteht, zeichnet sich der Lösungsvorgang durch eine Solvataion und eine Dispersion aus, handelt es sich sowohl bei Zucker- als auch bei Salzwasser um Lösungen. Wird jedoch für eine Lösung das Vorliegen der gelösten Substanz in Ionen und das Vorhandensein von Ion-Dipol-Wechselwirkungen formuliert, kann eine homogene Mischung aus Zucker und Wasser nicht als Lösung bezeichnet werden, eine Mischung aus Salz und Wasser hingegen schon. Um dieser vorherrschenden Begriffsunschärfe entgegenzuwirken, werden die Ausführungen von Christen & Meyer (1994) als Definition gewählt und dieser Arbeit zugrunde gelegt.

„Unter ‚**Lösung**‘ im weitesten Sinne versteht man eine homogene (einphasige) Mischung [...]. Wenn man davon absieht, daß sich viele Substanzen durch eine chemische Umsetzung mit einem Lösemittel ‚lösen‘, wobei völlig neue Substanzen (Teilchen) entstehen, [...] sind für das Lösen zwei Erscheinungen von besonderer Bedeutung: die *Wechselwirkung zwischen Lösemittelteilchen und gelösten Teilchen* (die **Solvataion**) und die durch die *thermische Bewegung* bedingte **Dispersion**“ (Christen & Meyer 1994, S. 331).

Diese Definition wird für das vorliegende Forschungsvorhaben gewählt, da sie sich für den chemischen Anfangsunterricht als relevant erweist. Die unter anderem von Holleman, Wiberg & Wiberg (2007) formulierte Definition einer *echten Lösung* hingegen erscheint für den schulischen Kontext zu speziell zu sein.

Der Schwerpunkt der Sachstrukturanalyse liegt im Löslichkeitssystem fest-flüssig, dessen Vorgänge im Folgenden am Beispiel vom Lösen von Zucker und Wasser sowie von Salz und Wasser vorgestellt wird. Die Darstellung der Lösungsvorgänge erfolgt auf Grundlage der von Christen & Meyer (1994) formulierten Definition des Lösungsbegriffs bzw. des Lösungsvorgangs.

5.2.2 Lösen von Feststoffen in Flüssigkeiten

Aus thermodynamischer Perspektive ist die Entstehung einer Lösung aufgrund der Dispersion und der damit verbundenen Entropiezunahme generell als energetisch günstig einzustufen, da die Unordnung der zu lösenden Substanz zunimmt (vgl. Atkins & de Paula 2006, S. 149, Huheey, Keiter & Keiter 1995, S. 358). An dieser Stelle ist allerdings zu beachten, dass die Ordnung beim Lösungsvorgang nicht gänzlich aufgehoben wird, da die Fernordnung, jedoch nicht die Nahordnung aufgehoben wird. Ob sich ein Feststoff in einer Flüssigkeit löst, hängt letztlich von den Anziehungskräften der Teilchen zwischen Lösungsmittel und dem zu lösenden Stoff ab. Handelt es sich bei beiden Komponenten um polare bzw. unpolare Stoffe, ist ein Lösungsvorgang zu erwarten. Andererseits kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Lösung aus einem polaren und einem unpolaren Stoff entsteht (vgl. Asselborn, Jäckel & Risch 2009, S. 22ff.).

„Die Art und Stärke der Anziehungskräfte zwischen den Lösungsmittel-Molekülen, zwischen Lösungsmittel-Molekülen und gelösten Teilchen sowie zwischen den gelösten Teilchen untereinander bestimmt weitgehend die Löslichkeit eines Stoffes in einem bestimmten Lösungsmittel. Die größten Löslichkeiten werden beobachtet, wenn diese Kräfte ähnlich sind“ (Mortimer & Müller 2007, S. 201).

Stoffe wie Natriumchlorid lösen sich aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaften sehr gut in Wasser. Weiterhin liegen zahlreiche organische Substanzen vor, die einen hohen Anteil an unpolaren Kohlenwasserstoffketten aufweisen, über hydrophile funktionelle Gruppen verfügen und in Wasser löslich sind. Ein Beispiel dafür stellt Haushaltszucker (Saccharose)

dar. Im Folgenden wird der Lösungsvorgang zunächst für das Lösen von Salz und anschließend für das Lösen von Zucker in Wasser erläutert.

Wird etwas Salz in Wasser gegeben, setzt es sich zunächst auf dem Gefäßboden ab und ist nach kurzer Zeit makroskopisch nicht mehr erkennbar. Bei der Betrachtung des Vorgangs auf submikroskopischer Ebene wird von einem langsamen Lösen des Kristallverbandes des Natriumchlorids durch eine Solvataion und eine Dispersion ausgegangen. Natrium-Ionen sind üblicherweise von sechs Chlorid-Ionen umgeben und umgekehrt, was der regelmäßigen Anordnung des regulären Aufbaus des Natriumchlorid-Gitters entspricht. Der Zusammenhalt des Natriumchlorid-Kristalls wird durch elektrostatische Anziehungskräfte erklärt. Aufgrund der Anziehungskräfte, die zwischen den polaren Wassermolekülen und den Natrium- sowie Chlorid-Ionen vorliegen, findet eine Neuordnung der Moleküle und Ionen statt. Die Natrium-Ionen koordinieren die partiell geladenen Sauerstoffatome, und die Chlorid-Ionen werden von den partiell geladenen Wasserstoffatomen umgeben. Der Vorgang wird als Solvataion bzw. Hydratation bezeichnet (vgl. Abb. 5.1).

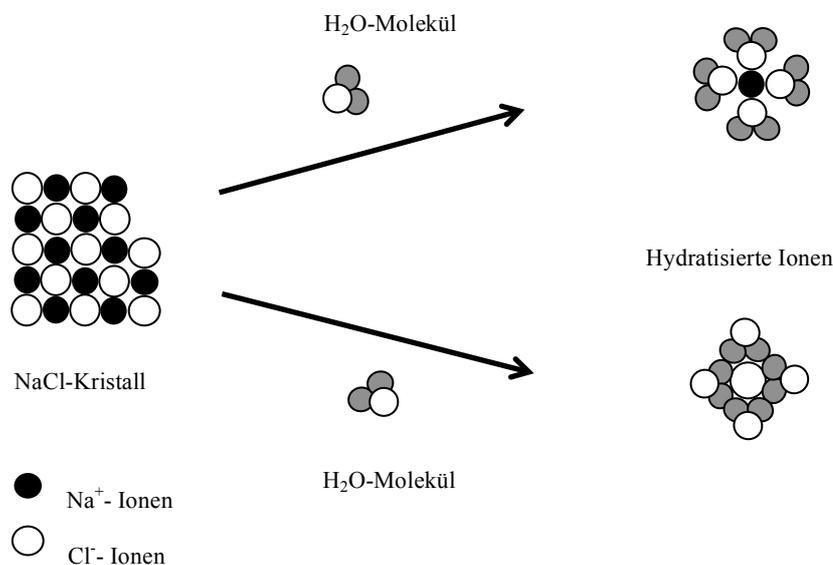


Abb. 5.1: Modellhafte Darstellung des Lösungsvorgangs eines Salzkristalls in Wasser in Anlehnung an Grüß-Niehaus (2010)

Jedoch wird ausschließlich im Falle des Lösungsmittels Wasser von einer Hydratation gesprochen, die einen Spezialfall der Solvataion darstellt, welche die grundsätzlichen Wechselwirkungen zwischen gelösten Teilchen und den Teilchen des Lösungsmittels bezeichnet.

Die daraus hervorgehenden Lösungen werden folglich als wässrige Lösungen bezeichnet (vgl. Jander & Spandau 1982, S. 108ff., Mortimer & Müller 2007, S. 206).

Damit sich die Ionen im Sinne einer Dispersion durch thermische Bewegung gleichmäßig in der Lösung verteilen können, sind Hohlräume zwischen den Wassermolekülen eine notwendige Voraussetzung. Diese Leerstellen können dann von den Natrium- und Chlorid-Ionen besetzt werden. Dazu ist es allerdings erforderlich, dass die elektrostatischen Anziehungskräfte der Ionen, die sogenannte Gitterenergie, überwunden wird, wofür wiederum Energie aufzubringen ist (vgl. Huheey, Keiter & Keiter 1995, S. 358). Weiterhin sind die Wassermoleküle über Wasserstoffbrückenbindungen mit weiteren Wassermolekülen verbunden, die aufgrund der stärkeren Anziehungskräfte zu den Ionen untereinander weniger fest gebunden sind (vgl. Mortimer & Müller 2007, S. 204).

„Damit dies [Dispersion] aber überhaupt möglich ist, müssen zuerst einzelne Moleküle den Kristall verlassen können; es muss also Arbeit gegen die Gitterkräfte geleistet werden, und es müssen im Wasser ‚Hohlräume‘ entstehen [...], wobei ebenfalls Arbeit (gegen die starken zwischenmolekularen Kräfte des Wasser) geleistet werden muß“ (Christen & Meyer 1994, S. 332).

Die zur Überwindung der Gitterenergie des Natriumchlorid-Kristalls benötigte Energie wird durch die Annäherung der Wassermoleküle an die Ionen der Kristalloberfläche gewonnen, die als Hydratationsenthalpie bezeichnet wird. Erst dann können die Ionen ihre Position im Natriumchlorid-Kristall verlassen.

„Da die Ionen-Dipol-Anziehung für die Ionen an der Kristalloberfläche stärker ist als die Ionen-Ionen-Anziehung, verlassen die Ionen den Kristall und wechseln in die wässrige Phase über“ (Riedel 1999, S. 305).

Zwischen den Wassermolekülen und Ionen des Salzkristalls liegen schließlich Ion-Dipol-Wechselwirkungen vor. Die frei werdende Wärmemenge, die als Bilanz des Lösungsvorgangs hervorgeht, wird als Lösungsenthalpie bezeichnet. Die Lösungsenthalpie beschreibt den Energiebeitrag, der beim Herstellen einer Lösung benötigt oder freigesetzt wird. Einerseits ist es erforderlich, die Anziehungskräfte der reinen Komponenten zu überwinden (Gitterenergie), andererseits wird Energie dadurch gewonnen, dass sich die Lösungsmittelteilchen an die Teilchen des zu lösenden Stoffes anlagern (Hydratationsenthalpie mit Wasser als Lösungsmittel, Solvatationsenthalpie bei anderen Lösungsmitteln). Ist die molare

Hydratationsenthalpie größer als die molare Gitterenergie, wird in einem Löseprozess Energie frei, und es handelt sich um eine exotherme Reaktion. Im entgegengesetzten Fall würde es sich um eine endotherme Reaktion handeln (Huheey, Keiter & Keiter 1995, S. 359f.). Im Falle von Natriumchlorid kann von einer leicht endothermen Reaktion gesprochen werden, da die Lösungsenthalpie +4 kJ/mol beträgt. Dieser Betrag resultiert aus der Hydratationsenthalpie von -783 kJ/mol und der Gitterenergie von 787 kJ/mol (vgl. Atkins & de Paula 2006, S. 1001 die Hydratationsenthalpie, S. 1018 die Gitterenergie).

Wird etwas Zucker in Wasser gegeben, setzt dieses sich, wie es auch bei Salz der Fall ist, zunächst auf dem Gefäßboden ab und ist ebenfalls nach kurzer Zeit makroskopisch nicht mehr sichtbar. Wie auch beim Lösen von Salz in Wasser geht aus diesem Vorgang eine Lösung hervor. Bei der Betrachtung auf der submikroskopischen Ebene ereignen sich wie beim Lösen von Salz die Vorgänge der Solvation sowie der Dispersion. Ebenfalls wird für das Lösen von Zucker und das Entstehen der entsprechenden Hohlräume zwischen den Wassermolekülen Energie benötigt, welche wie im Falle vom Lösen von Salz durch die Solvation aufgebracht wird (vgl. Christen & Meyer 1994, S. 331f.). Dennoch liegt hier im Vergleich zum Lösungsvorgang von Salz in Wasser ein fachlicher Unterschied vor. Anders als beim Salzkristall findet beim Zuckerkristall keine Dissoziation in Ionen, sondern in einzelne Zuckermoleküle statt.

„A sugar cube added to a glass of water does not immediately form a homogenous solution. The sugar slowly breaks up into the single units [...], until finally no larger units of sugar exist in the mixture. Upon stirring [...] the mixture becomes a homogeneous solution“ (Seager & Stoker 1973, S. 7).

Bei Zucker bzw. Saccharose handelt es sich um einen organischen Stoff, der als nicht-reduzierendes Disaccharid (Zweifachzucker) kategorisiert wird. Die Bindungsverhältnisse des Natriumchlorids, bei dem es sich um ein anorganisches Salz handelt, werden durch Ionenbindungen erklärt, während im Falle von Zucker kovalente Bindungsverhältnisse vorherrschen. Aufgrund der polaren Hydroxylgruppen der Saccharose entstehen Wechselwirkungen mit den Wassermolekülen, die in einer Dissoziation des Zuckerkristalls in einzelne Zuckermoleküle, nicht aber in einer Dissoziation in Ionen resultieren. Somit liegen in der Lösung schließlich Dipol-Dipol-Wechselwirkungen vor, während zwischen den Natrium- bzw. Chlorid-Ionen und den Wassermolekülen Ion-Dipol-Wechselwirkung vorhanden sind. Somit können auch Stoffe in Lösung gehen, die nicht aus Ionen aufgebaut sind. Diese Wechselwirkungen sind allerdings schwächer einzuschätzen als beim Lösen eines Salzes.

„Beim Lösen von Substanzen, die aus Molekülen, nicht aus Ionen, bestehen, sind die *Wechselwirkungen* zwischen den verschiedenen Teilchenarten naturgemäß *geringer*. Um eine merkliche Solvation zu ermöglichen, müssen Anziehungskräfte zwischen den gelösten und den Lösemittelmolekülen auftreten. Das ist dann der Fall, wenn zwischen ihnen *Dipolkräfte* oder *H-Brücken* wirksam sind, also z.B. beim Lösen von Substanzen mit polaren Molekülen, wie Zucker oder Alkohol, in Wasser“ (Christen & Meyer 1994, S. 333).

Weiterhin können Bedingungen wie Temperatur und Druck die Löslichkeit von Stoffen im Sinne des chemischen Gleichgewichts nach Le Chatelier beeinflussen (vgl. Seager & Stoker 1973, S. 169f.). Zudem kann das Vorhandensein der Salz- bzw. des Zuckerteilchen in einer Lösung zu einer Erhöhung der Siedetemperatur, des osmotischen Drucks sowie zur Erniedrigung des Dampfdrucks und der Gefriertemperatur führen, die in diesem Fall als kolligative Eigenschaften bezeichnet werden (vgl. Atkins & de Paula 2006, S.151ff.).

Aus den vorangegangenen Abschnitten ist zu entnehmen, welche Vorgänge sich beim Lösen von Zucker bzw. Salz in Wasser ereignen. Dabei spielt nach Christen & Meyer (1994) auf der einen Seite die Solvation und auf der anderen Seite die Dispersion eine besondere Rolle. Wie auch für die Definition des Lösungsbegriffs keine einheitliche Definition vorliegt, besteht ebenfalls ein fachlicher Dissens darüber, ob es sich beim Lösungsvorgang um rein physikalische oder um chemische Prozesse handelt. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass bei der vorliegenden Diskussion diejenigen Vorgänge unberücksichtigt bleiben, bei denen eindeutig eine chemische Umsetzung von Stoffen stattfindet, was beispielsweise auf das Lösen von Metallen im sauren Milieu zutrifft. Bei diesen Vorgängen handelt es sich zweifelsohne um chemische Reaktionen, aus denen die Metallsalze als Reaktionsprodukte, also als völlig neue Substanzen hervorgehen (vgl. Christen 1980, S. 300).

Ob es sich beim Lösen von Zucker bzw. Salz in Wasser um eine chemische Reaktion handelt, hängt davon ab, welche Definition einer chemischen Reaktion zugrunde liegt. Wird eine chemische Reaktion als Vorgang bezeichnet, bei dem eine Umgruppierung von Teilchen stattfindet, können Lösungsvorgänge, somit auch das Lösen von Zucker bzw. Salz in Wasser, eindeutig als chemische Reaktionen aufgefasst werden. Wird eine chemische Reaktion allerdings als Prozess definiert, bei dem sowohl eine Umgruppierung von Teilchen als auch ein Energieumsatz stattfinden, können nicht alle Lösungsvorgänge ohne Weiteres als chemische Reaktionen bezeichnet werden. So kann beim Lösen von Salz in Wasser als schwach endothermer Vorgang, bei dem eine leichte Abkühlung der Lösung eintritt, von

einer chemischen Reaktion gesprochen werden. Beim Lösen von Zucker in Wasser treten diese Ereignisse jedoch nicht ein, sodass laut dieser Definition nicht von einer chemischen Reaktion gesprochen werden kann. In Abhängigkeit davon, welche Definition einer chemischen Reaktion gewählt wird, gestaltet sich die Festlegung darüber, ob es sich beim Lösungsvorgang um einen chemischen oder physikalischen Vorgang handelt, unterschiedlich. Daher muss eine endgültige Beantwortung der Fragestellung an dieser Stelle offen bleiben. Da herkömmliche Lösungsvorgänge aus Sicht der Verfasserin in einigen Fällen mit einem Energieumsatz und einer Veränderung der Stoffeigenschaften einhergehen, kann eine Beteiligung chemischer Vorgänge nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Somit liegt der vorliegenden Arbeit die Definition zugrunde, dass es sich in ausgewählten Fällen der Lösungsvorgänge um chemische Reaktionen handelt.

5.2.3 Stofftrennung

„Liegt eine Lösung vor, so besteht die neue Aufgabe eines Chemikers darin, die Lösung in ihre Bestandteile, die reinen Stoffe, zu zerlegen“ (Holleman, Wiberg & Wiberg 2007, S. 8).

Unter Zuhilfenahme geeigneter Stofftrennverfahren können Lösungen wieder in ihre Ausgangsstoffe, das heißt in Solut und Solvens zurückgeführt werden. Homogene Stoffgemische können getrennt werden, indem die physikalischen Eigenschaften der Stoffe (z.B. Dichte, Aggregatzustand, Siede- und Schmelztemperatur) verändert und in heterogene Stoffgemische überführt werden (vgl. Holleman, Wiberg & Wiberg 2007, S. 8). Bei heterogenen Stoffgemischen hingegen, die sich durch ihr äußeres Erscheinungsbild als solche identifizieren lassen, liegen bereits unterschiedliche physikalische Eigenschaften vor, nach denen die Gemische getrennt werden können. Das geschieht beispielsweise mittels Sortieren, Sedimentieren und Dekantieren, Filtrieren, Extrahieren und Abdampfen. Bei homogenen Stoffgemischen ist es zur Stofftrennung erforderlich, die physikalischen Eigenschaften zu verändern und durch Extraktion, Kristallisation, Destillation und Chromatografie zu trennen (vgl. Mortimer & Müller 2007, S. 9f.). So lässt sich durch Verdampfen des Lösungsmittels bzw. Destillation die gelöste Substanz wiederherstellen.

„Besteht die homogene Flüssigkeit aus einem nichtflüchtigen Feststoff und einem flüchtigen flüssigen Lösungsmittel (Beispiel: wässrige Kochsalzlösung), so genügt eine einmalige Destillation. Im Destillierkolben bleibt dann der nichtflüchtige feste

Stoff (hier das Kochsalz) zurück, in der Vorlage sammelt sich das reine Lösungsmittel (hier das „*destillierte Wasser*““ (Holleman, Wiberg & Wiberg 2007, S. 9).

Liegen bei den Komponenten der Lösung unterschiedliche Siedetemperaturen vor, kann das Stoffgemisch mithilfe dieser physikalischen Eigenschaft getrennt werden. Bei dem ausgewählten Verfahren des Verdampfens bzw. Verdichtens der Zucker- bzw. Salzlösung wird nach dem Prinzip der Destillation vorgegangen (vgl. Holleman, Wiberg & Wiberg 2007, S. 8). Dabei wird keine vollständige Destillationsapparatur, sondern nur eine Abdampfschale eingesetzt, da an dieser Stelle lediglich Interesse darin besteht, die gelöste Substanz aus dem Lösungsmittel zu isolieren. Sollte eine der Komponenten schwerflüchtig sein, wie es beim gelösten Salz in Wasser der Fall ist, kann das Stoffgemisch durch einen Verfahrensschritt, das Abdampfen des Wassers, getrennt werden. Daher wird in jedem Fall zuerst das Wasser verdampfen, während das Salz in der Versuchsapparatur zurückbleibt. Aus diesem Grund ist das Trennen der Lösung in einem einzigen Verfahrensschritt möglich. Sollten die Siedetemperaturen näher beieinander liegen, ist es erforderlich, mehrere Verfahrensschritte im Sinne einer fraktionierten Destillation zu durchlaufen (vgl. Mortimer & Müller 2007, S. 10). Voraussetzung für das Gelingen dieses Verfahrens ist, dass keine chemische Reaktion, die sich beispielsweise bei der Reaktion eines Metalls im sauren Milieu ereignet, zwischen dem Lösungsmittel und der gelösten Substanz stattgefunden hat (vgl. Jander & Spandau 1982, S. 112).

Anders als beim Eindampfen der Salzlösung lässt sich die Saccharose nicht ohne Weiteres durch das Verdampfen des Lösungsmittels wiederherstellen. Das abweichende Reaktionsverhalten kann durch die Stoffklasse, die Bindungsverhältnisse und die daraus resultierenden Stoffeigenschaften des Zuckers erklärt werden. Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei Natriumchlorid um ein anorganisches Salz, dessen Gitterstruktur durch ionische Bindungsverhältnisse erklärt wird, während es sich bei Saccharose um ein Kohlenhydrat handelt und hier von kovalenten Bindungen ausgegangen wird. Auch wenn Saccharose hier als die schwerflüchtige Substanz einzustufen ist, beginnt diese bereits bei 135°C zu schmelzen und geht in den flüssigen Aggregatzustand über, während das Lösungsmittel gleichzeitig verdampft. Beim Erhitzen setzt während des Verdampfens des Wassers die sogenannte Karamellisierungsreaktion ein, bei der flüssiger Zucker und Wasserdampf entsteht. Beim weiteren Erhitzen ist der Zucker allerdings nicht mehr beständig und oxidiert. Im Rahmen dieser chemischen Reaktion, die bei ungefähr 160°C stattfindet, beginnt sich der Zucker zu zersetzen, woraufhin verschiedene Kohlenstoffderivate entstehen. Zur Wiederherstellung

des Zuckers bzw. des Karamells und zur Vermeidung des Einsetzens der chemischen Reaktion wird ein mildes Erhitzen empfohlen (vgl. Hoffmann, Mauch & Untze 2002, S. 10).

5.3 Methoden

Nach der Analyse des Lerninhalts soll im Folgenden das methodische Vorgehen zur Entwicklung des Förderkonzeptes erläutert werden. Ausgehend von der Zielstellung des Projektes, Lernende mit Hörbeeinträchtigungen im Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zu unterstützen, soll die Entwicklung der benötigten Fördermaßnahmen in einer starken Anbindung an die Schulpraxis und den damit verbundenen Akteurinnen und Akteuren erfolgen. Den Erfahrungen der Förderschullehrenden wird dabei ein besonderer Stellenwert zugesprochen, der sich insbesondere darin äußert, dass sie aktiv in die Prozesse der Entwicklung und Optimierung des Förderkonzeptes eingebunden werden. Die Beantwortung der formulierten Forschungsfragen ist bei diesen Vorgängen folglich handlungsleitend (vgl. Kapitel 4.5.2).

Zur Entwicklung des Förderkonzeptes wird der Forschungsansatz der partizipativen Aktionsforschung gewählt. Die partizipative Aktionsforschung zeichnet sich durch eine enge Vernetzung zwischen der Hochschule und der schulischen Praxis aus, mit dem Ziel, Lehr- und Lernprozessen formativ zu evaluieren und zu optimieren. Damit hebt sich der angesprochene Forschungsansatz deutlich von anderen Forschungsrichtungen ab, in denen beispielsweise Experimental-Kontrollgruppen-Designs und die summative Evaluation zum Einsatz kommen. Im Folgenden soll das Konzept der partizipativen Aktionsforschung mit seinen zugrundeliegenden Prinzipien zunächst im Allgemeinen vorgestellt (vgl. Kapitel 5.3.1) und anschließend darauf eingegangen werden, wie die Methode zur Entwicklung der Fördermaßnahmen konkret genutzt wird (vgl. Kapitel 5.3.2 und 5.3.3). Im Anschluss an die Erläuterung des zeitlichen Verlaufs der Untersuchung (vgl. Kapitel 5.4.4) wird auf die Berücksichtigung der formativen Evaluation innerhalb der partizipativen Aktionsforschung eingegangen (vgl. Kapitel 5.4.5).

5.3.1 Konzept der partizipativen Aktionsforschung

Die partizipative Aktionsforschung beschreibt eine qualitative Forschungsmethode, die maßgeblich von dem Sozialpsychologen Kurt Lewin (1890-1947) geprägt wurde (vgl. Bortz & Döring 2009, S. 341ff.). Lewin kritisierte damit die vorherrschende experimentelle Sozialwissenschaft, die von eher praxisfernen Hypothesen und Handlungsempfehlungen zur Problemlösung gekennzeichnet war. Unter dem Begriff *action research* etablierte Lewin eine neue Forschungsrichtung, die darum bemüht ist, die Entfremdung zwischen Theorie und Praxis zu beheben und die praktische Relevanz wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu erhöhen (vgl. Lewin 1948, S. 34f.). Mit dem Ziel, konkreten Defiziten in der Unterrichtspraxis zu begegnen sowie neue konzeptionelle Ansätze zur Verbesserung von Lehr- und Lernprozessen formativ zu evaluieren, wurde das Konzept Lewins von zahlreichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aufgegriffen und adaptiert (z.B. Corey 1953, Elliott 1978, Carr & Kemmis 1986, Kemmis & McTaggart 1988, Whyte 1991, Altrichter & Gstettner 1997, Wadsworth 1998, Bailey, Slater & Slater 2010). Eilks & Ralle (2002) sehen in der partizipativen Aktionsforschung besondere Potenziale für die chemiedidaktische Forschung, da damit ihrer Ansicht nach konzeptionelle Ansätze besser in die Schulpraxis implementiert werden und der tatsächliche praktische Nutzen derselben in verschiedenen Lerngruppen intensiv geprüft und hinterfragt werden kann. Da die angesprochenen Aspekte in der schulischen Praxis sowie in der chemiedidaktischen Forschung in der Vergangenheit nicht ausreichend berücksichtigt wurden, soll die partizipative Aktionsforschung dazu beitragen, das „Tätigkeitsfeld der Chemiedidaktik auf eine verlässliche und wissenschaftlich akzeptable Basis zu stellen“ (Eilks & Ralle 2002, S. 13).

Nach Kemmis & McTaggart (2007) wird der Prozess der partizipativen Aktionsforschung, der zur Optimierung von Lehr- und Lernprozessen eingesetzt werden kann, folgendermaßen beschrieben:

„It [participatory action research] is a deliberate process through which people aim to transform their practices through a spiral of cycles of critical and self-critical action and reflection“ (Kemmis & McTaggart 2007, S. 282).

Es handelt sich folglich um einen Prozess, in dem in der Praxis wahrgenommene Problemsituationen von den partizipierenden Personen identifiziert und selbstkritisch reflektiert werden, woraufhin die vorliegenden Defizite abgeschwächt werden sollen. Zur schrittweisen Annäherung an die zu erreichenden Ziele erfolgen ineinandergreifende, iterative Ar-

beitsphasen, die für die partizipative Aktionsforschung charakteristisch sind. In der ersten Phase findet die Planung zukünftiger Handlungsschritte statt („plan“), die in der zweiten Phase („act & observe“) vollzogen und beobachtet werden. In der dritten Phase findet eine Reflexion („reflect“) über die zuvor durchgeführten Phasen statt. Auf Grundlage der daraufhin vollzogenen Reflexion ergeben sich zur weiteren Optimierung konkreter Situationen modifizierte Handlungsweisen, die in einem weiteren Zyklus implementiert werden (vgl. Kemmis & McTaggart 1988, S. 22ff.). So ist der summativen Evaluation, bei der die Überprüfung des erreichten Endzustandes im Fokus steht, die formative Evaluation gegenüberzustellen, bei welcher Reflexionsprozesse der Handlungen und Beobachtungen berücksichtigt werden, die für die Weiterentwicklung zukünftiger Handlungsweisen ausschlaggebend sind (vgl. Clarke & Dawson 1999, S. 7ff., Flick 2006, S. 14).

„It [participatory action research] is *recursive* because it is a cyclic process in which the product of one step is used as the input for the next. It is *reflexive* because it is characterized by constant reflection on the results of each step in the cycle“ (Bodner, MacIsaac & White 1999, S. 32).

Neben der reflexiven und rekurrierenden Vorgehensweise stellt die Kollaboration verschiedener Akteurinnen und Akteure ein weiteres Schlüsselmerkmal der Forschungsmethode dar. Dabei sind regelmäßige Diskurse zwischen den partizipierenden Personen innerhalb der ineinandergreifenden, iterativen Prozesse von besonderer Bedeutung.

„Since action research looks at a problem from the point of view of those involved it can only be validated in unconstrained dialogue with them“ (Elliott 1978, S. 356).

Neben Forschenden werden demnach auch die Vertreterinnen und Vertreter der jeweiligen Praxis (z.B. Lehrpersonen oder Lernende) aktiv in den Forschungsprozess einbezogen.

5.3.2 Handlungskreislauf der partizipativen Aktionsforschung

In Anlehnung an das Konzept der partizipativen Aktionsforschung erfolgt die Entwicklung der Fördermaßnahmen gemeinsam mit erfahrenen Lehrenden von Förderschulen für Hörgeschädigte. Den Ausgangspunkt für die enge Kooperation mit den Lehrkräften stellen die Interviews dar, die im Rahmen der zuvor vorgestellten Studie durchgeführt wurden (vgl. Kapitel 4.3.2). Bereits in den Interviews wurden die Lehrkräfte zu ersten Hinweisen be-

fragt, die zur konkreten Förderung der Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf das Anwenden von Fachbegriffen und das Dokumentieren von Experimenten eingesetzt werden können (vgl. Kapitel 4.4.4). Daraufhin folgen regelmäßige Treffen und Gespräche mit drei interessierten und engagierten Lehrenden. Auch wenn die kooperierenden Lehrenden nicht über eine formale Ausbildung für das Fach Chemie verfügen, kann die Zusammenarbeit insbesondere durch ihre Expertise aus langjähriger Lehrerfahrung im Fach Chemie oder im Lernbereich Naturwissenschaften an Förderschulen für Hörgeschädigte sowie ersten Einblicken in die inklusive Unterrichtspraxis bereichert werden. Weiterhin fungiert die Verfasserin als Korrektiv sowohl für die Formulierung der fachlichen Ziele als auch für die Überprüfung der fachlichen Angemessenheit der Fördermaßnahmen.

Den Handlungsschritten der partizipativen Aktionsforschung entsprechend erfolgt zunächst die Phase der Planung der Fördermaßnahmen. Dabei werden die Kernlehrpläne für das Fach Chemie (vgl. MSW 2008, S. 20f.), den Lernbereich Naturwissenschaften (vgl. MSW 2011, S. 42f.) und schulinterne Lehrpläne der Förderschulen für die Auswahl des fachlichen Lerninhaltes berücksichtigt. Weiterhin werden bereits vorhandene Lehr- und Lernmaterialien der Förderschullehrkräfte analysiert. Aus den in Kapitel 4.4.4 dargestellten ersten Impulsen zur Entwicklung von Fördermaßnahmen und aus weiterführenden Gesprächen mit den Lehrkräften gehen erste Entwürfe des Förderkonzeptes hervor („plan“). In der nächsten Phase („act & observe“) wird der Entwurf in verschiedenen Lerngruppen eingesetzt. Das Unterrichtsgeschehen wird währenddessen von der Verfasserin teilnehmend beobachtet und in Feldnotizen aufgenommen. Im Anschluss an die Erprobungen erfolgen Reflexionsgespräche, in denen die Erfahrungen der Lehrkräfte und die Beobachtungen der Verfasserin reflektiert und diskutiert werden („reflect“). Das iterative Element der Entwicklung der Fördermaterialien äußert sich insofern, als dass auf Grundlage der Reflexionsgespräche die Fördermaterialien und Vorgehensweisen gegebenenfalls modifiziert und in optimierter Form in einen weiteren Zyklus integriert werden (vgl. Abb. 5.2).

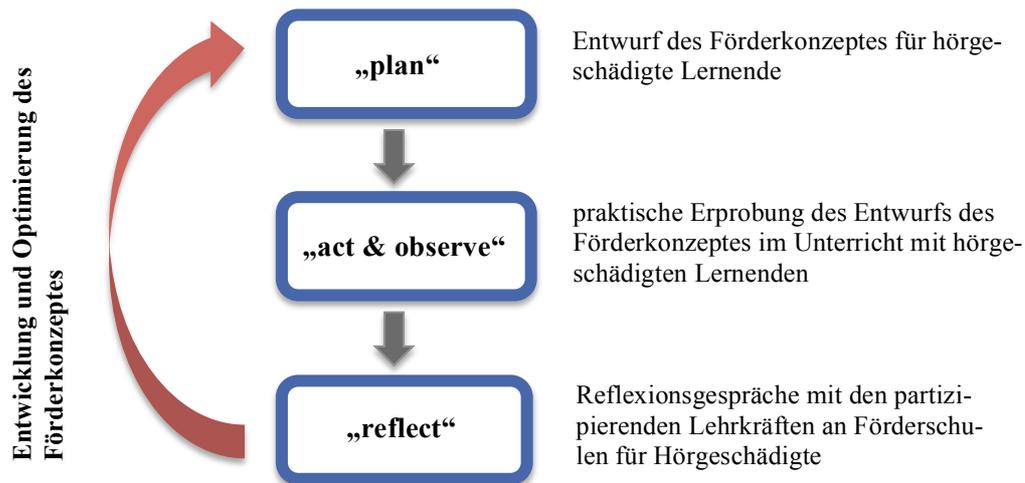


Abb. 5.2: Entwicklung des Förderkonzeptes in Anlehnung an Kemmis & McTaggart (2007)

5.3.3 Schriftliche Befragung der Lehrenden

Als Erweiterung der zuvor geschilderten Handlungsschritte der partizipativen Aktionsforschung wird eine schriftliche Befragung durchgeführt, die darauf abzielt, weitere Lehrkräfte, die an Förderschulen für Hörgeschädigte im Fach Chemie oder im Lernbereich Naturwissenschaften tätig sind, in die Entwicklung des Förderkonzeptes einzubeziehen. Zu diesem Zweck wird ein Fragebogen eingesetzt, der einerseits der Beurteilung und andererseits der Weiterentwicklung der bisher entwickelten Fördermaßnahmen dient (vgl. Anhang, S. 372). In dem von der Verfasserin entworfenen Fragebogen sind demnach ausschließlich Meinungsfragen enthalten (vgl. Gläser & Laudel 2009, S. 122ff.). Den Fragebögen werden Ansichtsmaterialien der Fördermaßnahmen, ein didaktischer Kommentar sowie frankierte Rückumschläge beigelegt; diese werden anschließend an ausgewählte Förderschulen für Hörgeschädigte versendet. Mit dem Vorhaben, eine langfristige Kooperation mit den befragten Lehrkräften aufzubauen, wird ähnlich wie in der zuvor dargestellten Untersuchung (vgl. Kapitel 4.3.1) der Fragebogen aufgrund der geografischen Nähe zum Standort Köln an Förderschulen für Hörgeschädigte in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Hessen und Rheinland-Pfalz geschickt. Die Aufbereitung und -auswertung der Daten der Fragebögen erfolgt analog zur bereits vorgestellten Fragebogenuntersuchung (vgl. Kapitel 4.3.4 und Kapitel 4.3.5.1). Die Fragestellungen der schriftlichen Befragung sind in Abbildung 5.3 dargestellt.

Fragestellungen

1. Wie würden Sie die Eignung der Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen grundsätzlich einschätzen? Bitte begründen Sie kurz Ihre Antwort!
2. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als besonders sinnvoll oder wertvoll ein?
3. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als weniger sinnvoll oder wertvoll ein?
4. Welche Möglichkeiten zur Verbesserung der Unterrichtsmaterialien könnten Sie sich grundsätzlich vorstellen?

Abb. 5.3: Fragestellungen zur Beurteilung und Optimierung des Förderkonzeptes

5.3.4 Zeitlicher Ablauf der partizipativen Aktionsforschung

Im Folgenden soll der zeitliche Ablauf und die Vorgehensweisen der partizipativen Aktionsforschung geschildert werden. Die durchgeführten Handlungsschritte sind in einem Zeitstrahl veranschaulicht und gehen initial auf das Jahr 2013 zurück und setzen sich im Jahr 2014 fort (vgl. Abb. 5.4).

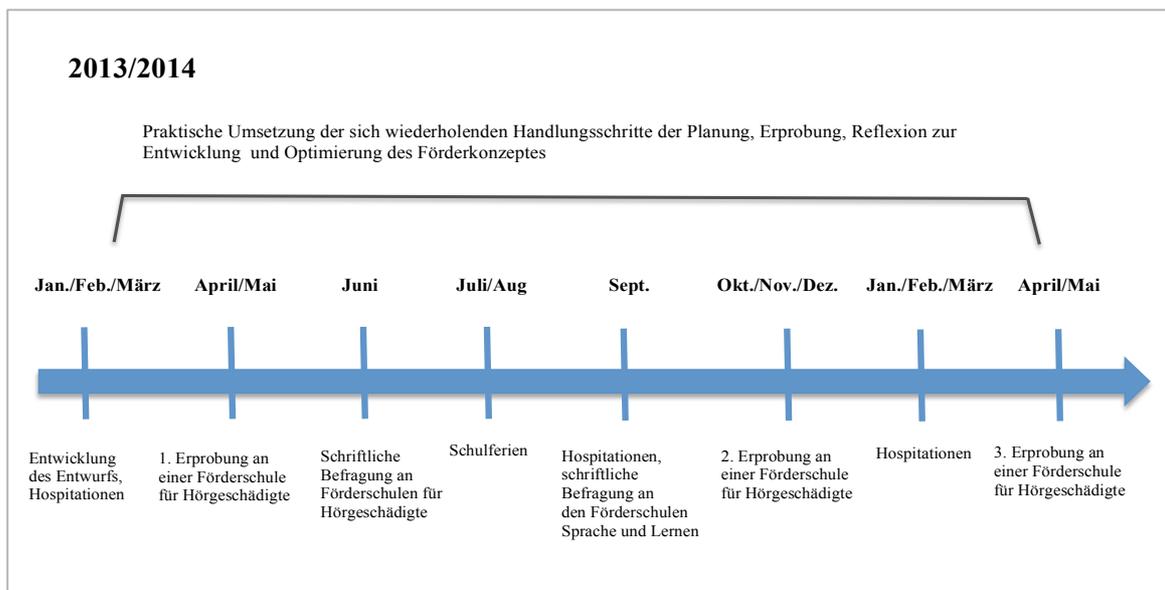


Abb. 5.4: Handlungsschritte zur Entwicklung und Optimierung des Förderkonzeptes

Im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung fanden regelmäßige Treffen mit den kooperierenden Lehrkräften statt, in denen ein Austausch über die bisher eingesetzten Lehr-

und Lernmaterialien sowie über die Inhalte der Lehrpläne für das Fach Chemie und des Lernbereichs Naturwissenschaften vorgenommen wurde. Nach der Fertigstellung eines Entwurfs des Förderkonzeptes erfolgte eine erste Erprobung in einer Gehörlosenklasse in einem zeitlichen Umfang von circa sechs Wochen. Auf Grundlage der Erfahrungen dieser Erprobung konnten neue Hinweise zur Entwicklung und Optimierung des Förderkonzeptes gewonnen werden. Nach Abschluss der Erprobung, Reflexion und Optimierung des Konzeptes wurde die zuvor angesprochene schriftliche Befragung mit weiteren Lehrenden durchgeführt, die an Förderschulen für Hörgeschädigte im Fach Chemie oder im Lernbereich Naturwissenschaften tätig sind (vgl. Kapitel 5.3.3). Es folgten weitere Unterrichtshospitationen an Förderschulen für Hörgeschädigte mit dem Ziel, potenzielle Lerngruppen für weitere praktische Erprobungen zu gewinnen.

Da sich in der praktischen Erprobung gezeigt hat, dass die Schülerinnen und Schüler insbesondere von den sprachförderlichen Maßnahmen profitiert haben, wurde eine weitere Fragebogenuntersuchung an den Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Sprache und Lernen durchgeführt. Die Anmerkungen dieser Förderschullehrkräfte werden ebenfalls zur Weiterentwicklung des Förderkonzeptes genutzt, das in erster Linie für hörgeschädigte Schülerinnen und Schüler entwickelt wird und der Beantwortung der Forschungsfragen dient. Zwischen Lernenden mit Hörbeeinträchtigung sowie Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt Sprache und Lernen lassen sich insofern gewisse Bezüge herstellen, als dass alle Lernende eine Unterstützung in der Entwicklung ihrer sprachlichen Fähigkeiten benötigen. Zwar mögen die Ursachen für die sprachlichen Unterstützungsbedarfe unterschiedlicher Natur sein (vgl. Hinz 2012), dennoch können bei beiden Gruppen ähnliche Herausforderungen auftreten, die von den Lehrpersonen entsprechend zu berücksichtigen sind (vgl. KMK 1998, S. 5ff., Lauth, Grünke & Brunstein 2014). Aus diesem Grund wurden in einer weiteren Befragung Chemielehrende der Förderschulen Sprache und Lernen einbezogen, um weitere Hinweise und Empfehlungen für die Entwicklung des Förderkonzeptes zu erhalten.

Zeitgleich zur Durchführung der zweiten schriftlichen Befragung fanden Hospitationen im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte statt. Daran anschließend wurde eine zweite Erprobung im Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden durchgeführt, bei der ein optimiertes Förderkonzept eingesetzt wurde, dessen Weiterentwicklung als Resultat der vorherigen Handlungsschritte hervorgegangen ist. Die praktische Erprobung und Weiterentwicklung des Förderkonzeptes wurde 2014 fortgesetzt. Um potenzielle Lern-

gruppen für weitere praktische Erprobungen zu finden, fanden erneut Unterrichtshospitationen und eine dritte Erprobung an einer Förderschule für Hörgeschädigte statt.

Von den insgesamt 50 versendeten Fragebögen konnten 15 Antworten zurückerhalten werden, was einer Rücklaufquote von 30% entspricht. Dieser Rücklauf fällt im Vergleich zur Rücklaufquote von 65% der ersten Fragebogenuntersuchung (vgl. Kapitel 4.3.1) deutlich geringer aus. Die Ursache für den geringeren Rücklauf wird in dem höheren Zeitaufwand gesehen, der für die Beurteilung der Arbeitsmaterialien aufzubringen ist. Im Hinblick auf die in der empirischen Sozialforschung üblichen Rücklaufquoten von 5% bis 40% liegt der erzielte Rücklauf allerdings im zufriedenstellenden Bereich (vgl. Bruns 2008, S. 146).

5.3.5 Einsatz der formativen Evaluation innerhalb der Aktionsforschung

Wie aus dem Handlungskreislauf der partizipativen Aktionsforschung ersichtlich wird, wurde die Entwicklung des Förderkonzeptes maßgeblich durch die *praktische Erprobung* in verschiedenen Bedingungsfeldern unterstützt. Auf Grundlage der formativen Evaluation, durch die „regelmäßig Zwischenergebnisse erstellt [werden] mit dem Ziel, die laufende Intervention zu modifizieren und zu verbessern“ (Bortz & Döring 2009, S. 110), findet die Datenerhebung zur Beurteilung des Förderkonzeptes ebenfalls während der Erprobungsphase statt. Die formative Evaluation ist als Gegensatz zur summativen Evaluation aufzufassen, bei welcher in der Regel eine Evaluation abgeschlossener Programme zu festgelegten Zeitpunkten (z.B. Prä-Post-Studie) durchgeführt wird (vgl. Kuckartz 2006, S. 269f.). Auch um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, die formulierten Forschungsziele zu erreichen, findet die formative Evaluation in der Didaktik der Naturwissenschaften bei Entwicklungsprozessen vor allem international immer häufigere Anwendung (vgl. Bennett 2011, Treagust & Chiu 2011, Bernholt et al. 2013, Leech 2014). Durch diese Vorgehensweise kann der zweite und dritte Handlungsschritt des Modells der diagnosegeleiteten Förderung zusammengefasst werden (vgl. Kapitel 3).

5.4 Bedingungsanalyse

Im vorliegenden Kapitel wird die Lerngruppe der hörgeschädigten Schülerinnen und Schüler der praktischen Erprobungen vorgestellt (vgl. Kapitel 5.4.1). Auf Grundlage der Lernvoraussetzungen und Herausforderungen der Lernenden werden Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung des fachlichen Inhalts „Löslichkeitskonzept“ (vgl. Kapitel 5.4.2) und für den konkreten Einsatz des Förderkonzeptes abgeleitet (vgl. Kapitel 5.4.3). Die im Folgenden dargestellten Informationen stammen aus informellen Gesprächen mit den partizipierenden Lehrenden und Lernenden sowie aus Unterrichtsbeobachtungen.

5.4.1 Beschreibung der Lerngruppe

An der praktischen Erprobung des Förderkonzeptes haben drei Hauptschulklassen der Jahrgangsstufe 7 von Förderschulen für Hörgeschädigte teilgenommen. Die Lerngruppen weisen eine Klassenstärke von vier, zwölf und 14 Lernenden ($n=30$) auf. Die Ursache für die stark voneinander abweichenden Klassenstärken liegt darin begründet, dass es sich bei der ersten Lerngruppe um eine jahrgangsübergreifende Klasse der Jahrgänge 5 bis 7 im Lernbereich Naturwissenschaften handelt. Um eine Vergleichbarkeit zu den anderen Schülerinnen und Schülern der 7. Klasse gewährleisten zu können, werden aus dieser Klasse ausschließlich die vier Lernenden der Jahrgangsstufe 7 einbezogen. Da während der sechs bis achtwöchigen Erprobungsphase nicht alle Schülerinnen und Schüler aus gesundheitlichen Gründen oder aufgrund organisatorisch-struktureller Besonderheiten der Förderschulen regelmäßig am Unterricht teilgenommen haben, wurden nicht alle Arbeitsmaterialien von ihnen (vollständig) bearbeitet. Daher können diese Lernenden ($n=7$) nicht bei der Evaluation des Förderkonzeptes berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 6). Allgemeine Informationen zu den verbleibenden Lernenden ($n=23$) sind Tabelle 5.2 zu entnehmen.

Tab. 5.2: Allgemeine Informationen zu den Schülerinnen und Schülern der Stichprobe (n=23)

Name	Hörstatus	weitere(r) Förderbedarf/Störung	Zuwanderungs- geschichte
Aaron	mittelgradig schwerhörig	-	Israel
Charlene	mittelgradig schwerhörig	Lernen	-
Darius	gehörlos	-	-
Fatos	mittelgradig schwerhörig	-	Türkei
Gülay	gehörlos	Lernen	Türkei
Jenik	mittelgradig schwerhörig	-	Kasachstan
Julian	leicht-mittelgradig schwerhörig	ADHS	-
Lars	leicht-mittelgradig schwerhörig	-	-
Leyla	mittelgradig schwerhörig	-	Türkei
Louis	leicht-mittelgradig schwerhörig	Asperger Syndrom	-
Malte	leicht-mittelgradig schwerhörig	-	-
Martin	leicht-mittelgradig schwerhörig	Lernen	-
Maxim	mittelgradig schwerhörig	-	-
Medine	gehörlos	-	Türkei
Meyra	gehörlos	-	Senegal
Michaela	leicht-mittelgradig schwerhörig	Lernen	-
Milan	mittelgradig schwerhörig	-	-
Moritz	gehörlos	-	-
Nieva	mittelgradig schwerhörig	-	Philippinen
Osman	mittelgradig schwerhörig	-	Marokko
Patrick	leicht-mittelgradig schwerhörig	ADHS, Lernen	-
Peter	leicht-mittelgradig schwerhörig	ADHS	-
Steven	gehörlos	-	England

Insbesondere aufgrund ihres Alters, ihres Hörstatus', ihrer sprachlichen Voraussetzungen, ihrer zusätzlichen Beeinträchtigungen und Störungen sowie ihres bereichsspezifischen Vorwissens bilden die Schülerinnen und Schüler eine heterogene Gruppe. Nach Angaben der kooperierenden Lehrkräfte repräsentieren diese Lernenden die typische Lernerenschaft an Förderschulen für Hörgeschädigte, in denen eine Tendenz zu Mehrfachbeeinträchtigungen (acht Lernende) vorliegt, deutlich mehr schwerhörige (insgesamt 17 Lernende) als gehörlose Schülerinnen und Schüler (sechs Lernende) sowie Lernende mit Zuwanderungsgeschichte (zehn Lernende) zu finden sind.

Das Alter der Schülerinnen und Schüler liegt zwischen 13 und 15 Jahren. Der Altersunterschied kann durch unterschiedliche Bedingungen und Ereignisse erklärt werden, zu denen neben dem Wiederholen einer Klassenstufe, entwicklungsbedingte verspätete Einschulungen, operative Eingriffe mit anschließender Rehabilitation (z.B. Einsetzen eines Cochlear-Implantates) auch Verzögerungen im Spracherwerb bei hörgeschädigten (Zweitsprach-) Lernenden zählen.

Mit dem Ziel, die auditive Perzeptionsfähigkeit zu optimieren, sind alle Lernenden mit den entsprechenden Hörhilfen versorgt. Da sich die Schülerinnen und Schüler, wie zuvor ange-

sprochen, erheblich im Grad ihrer Hörschädigung und in ihrer Zuwanderungsgeschichte unterscheiden, verfügen die Lernenden über ebenso unterschiedliche sprachliche Fähigkeiten. Die Unterschiede betreffen sowohl die lautsprachlichen als auch die schriftsprachlichen Fähigkeiten. Während die leicht Schwerhörigen in der Lage sind, sich im Unterricht lautsprachlich zu verständigen (z.B. Julian, Lars und Louis), nimmt der Stellenwert der gebärdensprachlichen Kommunikation im Unterricht mit dem Grad der Hörschädigung zu. Folglich sind gehörlose Lernende auf einen durchgängigen Einsatz der Gebärdensprache im Unterricht angewiesen (z.B. Darius, Gülay und Meyra) und verfügen über unterschiedliche Fähigkeiten in dieser Sprache. Bei Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungsgeschichte liegen Kenntnisse in den Lautsprachen der Herkunftssprachen (z.B. Osman und Jenik) und zum Teil in den Gebärdensprachen der Herkunftssprache vor (z.B. Leyla, Medine), sodass diese Lernenden als mehrsprachig zu bezeichnen sind. Weiterhin verfügen die Lernenden mit höherem Hörverlust tendenziell über geringere Fähigkeiten in der Schriftsprache, während diese Defizite bei Schülerinnen und Schülern mit leichtem Hörverlust geringer ausfallen. Angesichts des veränderten Zugangs von hörgeschädigten Menschen zu Sprache und Informationen fällt es den Lernenden nach Angaben der Lehrkräfte häufig schwer, eigenständig Sätze zu bilden und Texte zu formulieren. Bei Lernenden mit geringerem Hörverlust können die sprachlichen Defizite allerdings auch mit Zusatzbeeinträchtigungen im Zusammenhang stehen (z.B. Michaela). Aufgrund der sprachlichen Herausforderungen werden im Unterricht Schreibprozesse in der Regel vorstrukturiert oder durch andere Aktivitäten ersetzt (z.B. mehr Experimente anstelle des ausführlichen Protokollierens). Wegen der individuellen Herausforderungen der Lernenden bleiben sprachliche Abweichungen bei der Leistungsbewertung in der Regel unberücksichtigt, während die inhaltliche Angemessenheit im Vordergrund steht.

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über ein unterschiedliches Leistungsniveau, das in der Regel mit dem persönlichen Hörverlust der Lernenden korreliert. Tendenziell erzielen Schülerinnen und Schüler mit geringem Hörverlust bessere Lernleistungen, während Lernende mit höherem Hörverlust oder Zusatzbeeinträchtigungen generell als leistungsschwächer einzustufen sind. Weiterhin ist unter den Lernenden ein Schüler (Peter) zu finden, der über hohe laut- und schriftsprachliche Fähigkeiten verfügt und bis zum 6. Schuljahr an einer Regelschule unterrichtet wurde. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Lerninhalte, seiner Aufmerksamkeitsprobleme und des geringen Sprachverstehens in der Regelschulklasse wurde der Wechsel an eine Förderschule empfohlen. Nach Angaben der Lehrkräfte könne sich der Schüler in einer kleinen Lerngruppe an der Förderschule besser kon-

zentrieren, das Unterrichtsgeschehen verfolgen und durch die intensive Betreuung der Lehrpersonen sowie strukturierte Lernsituationen bessere Leistungen erzielen.

Acht der 23 Schülerinnen und Schüler weisen einen zusätzlichen Förderbedarf oder eine weitere Störung auf. Lernbeeinträchtigungen (z.B. Patrick, Martin) und Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörungen (ADHS) treten dabei gehäuft auf. Besonders die schwächeren Lernenden benötigen in Stillarbeitsphasen häufig Unterstützung im Anwenden von metakognitiven Strategien (z.B. Gülay, Michaela). Lernende mit zusätzlichem Förderbedarf im Bereich Lernen erhalten im Unterricht bei der Bearbeitung von Lernaufgaben oder bei Klassenarbeiten in der Regel mehr Lernhilfen. Den leistungsstärkeren Lernenden (z.B. Jenik, Maxim, Peter) gelingt das selbstständige Arbeiten hingegen besser.

Hinsichtlich ihres Hörverlustes und dem damit verbundenen Zugang zu Informationen unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler erheblich in ihrem bereichsspezifischen Vorwissen. Diese Unterschiede werden dadurch weiter verstärkt, dass an Förderschulen kaum ausgebildete Fachkräfte vorhanden sind und damit die Zahl der bereits absolvierten Lernjahre der Lernenden im naturwissenschaftlichen Bereich divergiert. Gerade wegen dieser Begebenheiten empfiehlt es sich nach Angaben der Lehrenden, naturwissenschaftliche Phänomene von Alltagserfahrungen ausgehend zu thematisieren, da diese einen initialen Zugang für alle Lernenden ermöglichen. Weiterhin können damit die Alltagserfahrungen bei Lernenden mit geringem Vorwissen erweitert werden, was neben der Vermittlung von Fachwissen ein besonderes Unterrichtsziel an Förderschulen für Hörgeschädigte darstellt (vgl. Kapitel 4.4.2). So legen die Lehrkräfte der betreffenden Lerngruppen den Unterrichtsschwerpunkt darauf, dass die Schülerinnen und Schüler in Phänomenen des Alltags die naturwissenschaftlichen Hintergründe oder bereits behandelte naturwissenschaftliche Phänomene im Alltag wiedererkennen und Verbindungen herstellen. Weitere Prinzipien des Chemieunterrichts sind die Handlungsorientierung und Anschaulichkeit. Aufgrund der zuvor geschilderten Herausforderungen werden die Lerninhalte nach Angaben der partizipierenden Lehrkräfte hinsichtlich des Umfangs und der Komplexität reduziert.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung befinden sich alle Lernenden im chemischen Anfangsunterricht. Die unterrichtenden Lehrenden weisen darauf hin, dass den betreffenden Schülerinnen und Schülern der Stoffbegriff, einige Stofftrennverfahren und Stoffeigenschaften bekannt sind, es aber erforderlich ist, diese Inhalte durch weitere Anwendungsbeispiele zu festigen. Im bisherigen Unterricht der Lerngruppen wurden chemische Inhalte ausschließlich auf der stoffliche Ebene betrachtet und kein Bezug zur submikroskopischen oder for-

malen Ebene vorgenommen. Den Prinzipien der Handlungsorientierung entsprechend wird in nahezu jeder Unterrichtsstunde ein Schülerexperiment durchgeführt und damit die experimentellen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler gefördert. Daher sind die betreffenden Schülerinnen und Schüler mit dem Durchführen von Experimenten vertraut. Allerdings sind den Lernenden nach Angaben der Lehrpersonen zentrale Fachbegriffe, darunter auch die Bezeichnungen der Laborgeräte, nicht immer geläufig.

Erst nach der Durchführung des Experiments wird auf seine Deutung auf der stofflichen Ebene eingegangen und gemeinsam nach Erklärungsmustern gesucht. Dieses induktive Unterrichtsvorgehen, von konkreten Erfahrungen ausgehend zu Verallgemeinerungen kommend, ist für die partizipierenden Schülerinnen und Schüler enorm wichtig und ansprechend. Da es den Lernenden schwerfällt, eigenständig Schlüsse aus den Beobachtungen von Versuchen zu ziehen, benötigen sie Unterstützung durch die Lehrperson. Weiterhin wird das Protokollieren aufgrund der sprachlichen Herausforderungen durch die Lehrenden gelenkt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten dabei gezielte Beobachtungsaufgaben, während die Ergebnisse der Experimente in Form von Merksätzen zusammengefasst werden. Ein deduktives Vorgehen, in denen Merksätze ohne vorangegangene konkrete, praktische Erfahrungen thematisiert werden, würde nach Angaben der Lehrkräfte für die Lernenden kaum Sinn ergeben und zu einer geringen Motivation führen.

Aufgrund der Herausforderungen, die mit den geschilderten Beeinträchtigungen einhergehen, benötigen die Lernenden sprachlich optimierte Lernmaterialien, präzise Anweisungen und eine klare Strukturierung. Es gelingt ihnen nach Angaben der Lehrpersonen weniger gut, in offenen Lernumgebungen ohne Vorgaben zu arbeiten.

5.4.2 Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung der Lerninhalte

Wie zuvor erläutert, wird zur konkreten Planung des Förderkonzeptes das „Löslichkeitskonzept“ für den Anfangsunterricht im Fach Chemie (G8) und für den Lernbereich Naturwissenschaften exemplarisch als fachlicher Lerninhalt gewählt. Der Lerninhalt ist dem chemischen Basiskonzept „Stoff-Teilchen-Beziehung“ für den Mittleren Schulabschluss zuzuordnen, welches von Peper et al. (2007) folgendermaßen beschrieben wird.

„Das Stoff-Teilchen-Konzept führt die Schüler in die grundlegende Denkweise der Chemie ein: Beobachtungen und Untersuchungen auf der makroskopischen Ebene

werden interpretiert, indem Modelle für die nicht wahrnehmbare, submikroskopische Ebene entwickelt und angewendet werden“ (Peper et al. 2007, S. 17).

Das Basiskonzept zielt darauf ab, dass Schülerinnen und Schüler den submikroskopischen Aufbau sowie die Vielfalt der Stoffe durch die möglichen Kombinationen der Anordnung von Teilchen erklären können. Um Lösungsvorgänge erklären zu können, wird das Teilchenmodell herangezogen, das im Chemieunterricht (G8) und im Lernbereich Naturwissenschaften initial am Beispiel der Aggregatzustände, der Diffusion und des Löslichkeitskonzeptes eingeführt wird (vgl. MSW 2008, S. 29, MSW 2011, S. 80ff.).

„Der Teilchenbegriff wird in Lehre und Unterricht oftmals als erste vorläufige Modellvorstellung eingeführt, wenn etwa der schematische Aufbau eines Zuckerkristalls aus Zucker-Teilchen oder eine Ethanol-Lösung aus Ethanol und Wasser-Teilchen veranschaulicht werden soll“ (Barke & Harsch 2012, S. 169).

Beim Teilchenmodell handelt es sich traditionellerweise um eines der ersten Modelle, mit denen Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht konfrontiert werden. Es dient außerdem dazu, das Wesen von Modellen zu thematisieren und einen kompetenten Umgang mit denselben anzuregen (vgl. Reiners & Fischler 2006, S. 10ff.). Den Lernenden soll eine Grundlage gegeben werden, durchgeführte Versuche mit Modellen verknüpfen und erklären zu können, was der zentralen Denkweise naturwissenschaftlichen Arbeitens entspricht (vgl. Kapitel 2.1.1). Weiterhin wird ein tiefgehendes Verständnis aufseiten der Lernenden im Hinblick auf den erarbeiteten Lerninhalt erwartet, da die Erkenntnisse auf stofflicher Ebene durch die Betrachtung der submikroskopischen Ebene gestützt werden (vgl. KMK 2005, S. 12f.). Da der angesprochene Lerninhalt thematisch dem chemischen Anfangsunterricht zuzuordnen ist, werden für die Teilnahme an der Unterrichtseinheit keine differenzierten Kenntnisse vorausgesetzt, wobei der Stoffbegriff bekannt sein sollte. Das Löslichkeitskonzept wird im Chemieunterricht zumeist im Anschluss an die Thematisierung des Stoffbegriffs, der Stoffeigenschaften und vor der Einführung der Prinzipien der chemischen Reaktion behandelt (vgl. Eisner et al. 2008, Asselborn, Jäckel & Risch 2009, Gietz et al. 2012). Schülerinnen und Schüler sollen „Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben“ (MSW 2008, S. 29). Dabei wird die konsequente Trennung zwischen den erfahrbaren Phänomenen auf makroskopischer Ebene und der Interpretation auf der Teilchenebene hervorgehoben, die von den Lernenden am Beispiel des Löslichkeitskonzeptes umgesetzt werden soll. Die Lernenden erwerben erste Modellvorstellungen, die im Laufe der Sekundarstufe I erweitert werden.

Für die in der Unterrichtseinheit zum „Löslichkeitskonzept“ durchzuführenden Experimente (vgl. Kapitel 5.2) wird angenommen, dass sie einen Bezug zur Lebenswelt der betreffenden Schülerinnen und Schüler aufweisen (z.B. das Süßen von Speisen, Karamellisierungsreaktion). Da die Lernenden über hohe experimentelle Kompetenzen verfügen, ist zu erwarten, dass sie die angesprochenen Experimente problemlos durchführen können. Vor dem Hintergrund der im Rahmen der ersten Projektphase ermittelten Lernschwierigkeiten, die bei Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung häufig im Hinblick auf das Nutzen von Modellen auftreten (vgl. Kapitel 4.4.2), ist eine didaktische Transformation des Löslichkeits- und Teilchenkonzeptes notwendig, um eine Überforderung der Lernenden zu vermeiden. Zumal nach Angaben der kooperierenden Lehrkräfte die Aggregatzustände zwar thematisiert, jedoch nicht am Beispiel des Teilchenmodells behandelt wurden, werden die Vorkenntnisse der Lernenden in Bezug auf diese Themen als gering eingeschätzt. Daher ist es erforderlich, das Teilchenmodell am Beispiel des Löslichkeitskonzeptes in der Unterrichtseinheit durch die Lehrperson einzuführen und zu erarbeiten (vgl. Graf 2001, S. 5). Da die Schülerinnen und Schüler noch nicht über differenzierte Kenntnisse zum strukturellen Aufbau von Stoffen verfügen, wird in der Unterrichtseinheit der Teilchenbegriff zunächst als Sammelbegriff für Moleküle, Ionen und Atome eingeführt. Den Schülerinnen und Schülern wird also vermittelt, dass Stoffe im Allgemeinen aus kleinsten Teilchen bestehen. Weil die Lernenden zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht über ein breites domänenspezifisches Vorwissen verfügen, werden die bereits thematisierten fachlichen Unterschiede in den Lösungsvorgängen von Zucker und Salz bewusst aufgehoben (vgl. Kapitel 5.2). Die Schülerinnen und Schüler werden demnach nicht damit konfrontiert, dass beim Lösen von Salz eine Ion-Dipol-Wechselwirkung, beim Lösen des Zuckers aber hingegen eine Dipol-Dipol-Wechselwirkung vorliegt. Auf Grundlage des verallgemeinerten Teilchenbegriffs besteht beispielsweise Wasser aus Wasser-Teilchen, Zucker aus Zucker-Teilchen und Salz aus Salz-Teilchen. An dieser Stelle ist zu beachten, dass es im Verlauf der Unterrichtszeit im Fach Chemie dennoch wünschenswert ist, den Teilchenbegriff langfristig um einige Perspektiven zu erweitern, auszudifferenzieren und die fachlichen Unterschiede der Lösungsvorgänge zu reflektieren. Der Lösungsvorgang wird in der Unterrichtseinheit im Allgemeinen durch das Vorherrschen von Anziehungskräften zwischen den Teilchen und deren Bewegung begründet. Es wird erläutert, dass zwischen bestimmten Teilchen Anziehungskräfte wirken, während andere Teilchen sich gegenseitig abstoßen. Am konkreten Beispiel wird thematisiert, dass Wasser-Teilchen sich gegenseitig anziehen, aber noch stärkere Anziehungskräfte zu Zucker- bzw. Salz-Teilchen vorherrschen. Da den

Lernenden der strukturelle Aufbau der Teilchen sowie deren Bindungsarten nicht bekannt sind, kann nicht auf die konkreten Ursachen für die Anziehungskräfte bzw. Abstoßung zwischen den Teilchen und auf die Anordnung einer bestimmten Ausrichtung der Teilchen aufgrund von Ion-Dipol- bzw. Dipol-Dipol-Wechselwirkungen (vgl. Kapitel 5.2) eingegangen werden. In der praktischen Erprobung werden die Lernenden daher mit der folgenden Definition des Teilchenkonzeptes konfrontiert: Stoffe bestehen aus kleinsten, kugelförmigen Teilchen. Die Kugeln sind aber so klein, dass sie mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind. Zucker, Salz und Wasser sind aus unterschiedlichen Stoffen aufgebaut und bestehen daher aus unterschiedlichen Teilchen. Zucker besteht aus Zucker-Teilchen, Salz aus Salz-Teilchen und Wasser aus Wasser-Teilchen. Teilchen können sich gegenseitig anziehen oder abstoßen. Wasser-Teilchen ziehen sich beispielsweise gegenseitig an, Zucker- oder Salz-Teilchen werden von Wasser-Teilchen noch stärker angezogen. Die Teilchen sind immer in Bewegung.

5.4.3 Konsequenzen für die Entwicklung des Förderkonzeptes

Neben den erläuterten Folgen für die didaktische Aufbereitung des Themas „Löslichkeitskonzept“ ergeben sich aufgrund der Lernvoraussetzungen und Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler weitere Konsequenzen, die bei der Entwicklung des Förderkonzeptes zu beachten sind. Da die Lernenden im eigenständigen Dokumentieren von Experimenten geringe Erfahrungswerte aufweisen und vor Herausforderungen im Erwerb der chemischen Fachsprache stehen, können die Struktur des Versuchsprotokolls und fundierte Kenntnisse in der chemischen Fachsprache nicht vorausgesetzt werden. Daher ist es erforderlich, die Lernenden mit den formalen und inhaltlichen Kriterien des Versuchsprotokolls vertraut zu machen und chemische Grundbegriffe (z.B. Stoffe und Stoffeigenschaften) sowie die Bezeichnungen der Laborgeräte zu wiederholen und einzuüben. Hinsichtlich der angesprochenen Schwierigkeiten der Lernenden sollte die Einführung des naturwissenschaftlichen Arbeitens weniger in einer offenen, sondern vielmehr in einer strukturierteren Form erfolgen. Neben den gemeinsamen Lernschwierigkeiten darf allerdings nicht übersehen werden, dass in der Lerngruppe auch leistungsstärkere Lernende vorhanden sind, denen das selbstständige Arbeiten besser gelingt, aber auch andere Lernende, die insgesamt mehr Unterstützung und zusätzliche Erklärungen benötigen. So ist es erforderlich, Differenzierungsmaßnahmen bereitzustellen, um der Diversität der Lerngruppe gerecht zu werden. Um die Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung diskontinuierlicher Vorstel-

lungen zu unterstützen, wird das Teilchenkonzept durch die Lehrperson nach dem ersten Versuch (Lösen von Zucker in Wasser) eingeführt. Weiterhin werden den Schülerinnen und Schülern Lernhilfen wie Sachmodelle und alternative Darstellungsformen zur Verfügung gestellt, die sie dabei unterstützen sollen, einen Wechsel in der Erklärungsebene vorzunehmen und Experimente angemessen zu dokumentieren. Auf diese Weise soll eine Grundlage für den kompetenten Umgang mit den Repräsentationsebenen der Chemie geschaffen werden.

Im Folgenden werden weitere Konsequenzen für die Förderung der Schülerinnen und Schüler abgeleitet und ihr konkreter Einsatz im Chemieunterricht thematisiert. Die daraus hervorgehenden Fördermaßnahmen sind als direkte Resultate der partizipativen Aktionsforschung zu verstehen (vgl. Kapitel 5.5). Ob die formulierten Forschungsfragen durch das Förderkonzept beantwortet werden können, wird auf Grundlage der erhobenen Daten der Erprobungsphase analysiert und geprüft (vgl. Kapitel 6).

5.5 Darstellung des Förderkonzeptes

Da aus den Ergebnissen der ersten Studie hervorgeht, dass Schülerinnen und Schüler mit prälingualer Hörschädigung häufig Unterstützung im Anwenden von Fachbegriffen, im Beschreiben und Erklären von Experimenten mit Modellen benötigen (vgl. Kapitel 4.5.2), zielt das Förderkonzept speziell auf den Erwerb dieser Fähigkeiten ab. Auf Basis der ersten Impulse der Lehrenden zur Entwicklung von Fördermaßnahmen für den Chemieunterricht (vgl. Kapitel 4.4.4) konnten die unterrichtsleitenden Prinzipien Visualisierung, Sprachförderung und Strukturierung im Zuge der partizipativen Aktionsforschung weiter konkretisiert werden. In Anlehnung an das bereits erläuterte Dreieck von Johnstone (2010), das die drei Repräsentationsebenen der Chemie beschreibt (vgl. Kapitel 2.1.1), werden die genannten Prinzipien als Säulen des Förderkonzeptes veranschaulicht. Anknüpfend an die enge Verbindung der Repräsentationsebenen der Chemie, der makroskopischen, submikroskopischen und symbolisch-mathematischen Ebene, wird die ebenso enge Beziehung zwischen den Prinzipien Visualisierung, Sprachförderung und Strukturierung im dargestellten Modell unterstrichen (vgl. Abb. 5.5).

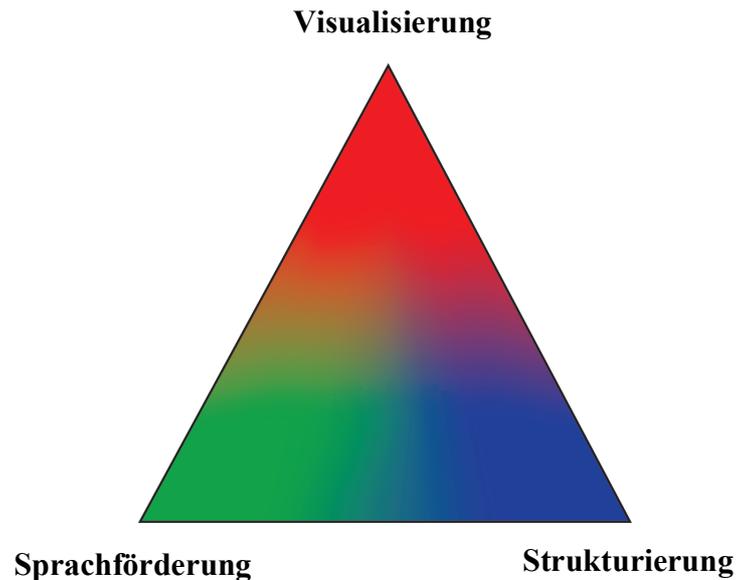


Abb. 5.5: Modell zum Förderkonzept in Anlehnung an das Johnstone Dreieck (2010)

So werden die drei Prinzipien im Förderkonzept gleichwertig behandelt, sodass beispielsweise kein Übergewicht hinsichtlich sprachlicher Fördermaßnahmen vorliegt, was weder den formulierten Förderzielen noch den anthropologischen Voraussetzungen der angesprochenen Zielgruppe entsprechen würde.

Ausgehend von der Erläuterung des gewählten Lerninhaltes, der Vorgehensweise im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung sowie der Lernvoraussetzungen und Herausforderungen der teilnehmenden Lerngruppe werden die entwickelten Fördermaßnahmen ausführlich dargestellt und theoretisch begründet. Die Vorstellung der Konzeption erfolgt entlang der zuvor genannten Förderziele der Schülerinnen und Schüler, die unmittelbar aus den Forschungsfragen der Studie hervorgehen. Da im Sinne der formativen Evaluation während der Erprobungsphasen einige Korrekturen des Förderkonzeptes vorgenommen wurden, wird in den folgenden Ausführungen eine optimierte Form desselben dargelegt.

5.5.1 Begründung der gewählten Form des naturwissenschaftlichen Arbeitens

Wie in den theoretischen Grundlagen dargestellt ist, kann das Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zum Erwerb von Scientific Literacy beitragen. Als besondere Schwerpunkte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung werden anhand verschiedener Modelle das Generieren von Hypothesen und Fragestellungen, das Planen

und Durchführen, das Beschreiben und Erklären von Experimenten besonders hervorgehoben (vgl. Kapitel 2.1.2). Weiterhin wird für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Problemstellungen der „Umgang mit Modellen auf verschiedenen Repräsentationsebenen“ (Wellnitz et al. 2012, S. 265) eingeschlossen. Mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler an den Erwerb der genannten Fähigkeiten heranzuführen, wird im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig auf das bereits erwähnte Verfahren des *Inquiry-based learning* (Forschendes Lernen) zurückgegriffen. Diesem Unterrichtsverfahren wird aufgrund seiner Nähe zum tatsächlichen Forschen und Untersuchen ein hoher didaktischer Wert zugemessen (vgl. Kapitel 2.1.1).

Vor dem Hintergrund der dargestellten Studienergebnisse sowie den Herausforderungen und Lernvoraussetzungen der teilnehmenden Lerngruppe ist die Form, anhand derer naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen eingeführt werden, genauestens zu überdenken. So besteht begründeter Anlass zu der Annahme, dass das eigenständige Erarbeiten naturwissenschaftlicher Fragestellungen, die Auswahl der Untersuchungsmethoden bis zur Interpretation der Ergebnisse die Fähigkeiten der Lernenden zum Zeitpunkt der Untersuchung überschreiten würden. Daher wird zur Unterstützung der Lernenden auf eine vorstrukturierte Form des Experimentierens in Anlehnung an Beck & Claussen (2000), Wiebel (2000), Wallace, Hand & Prain (2007) und Blanchard et al. (2010) zurückgegriffen. Die von Beck & Claussen (2000) und Wiebel (2000) vorgeschlagenen Lernarrangements zielen auf die Förderung des eigenständigen Lernens im Sachunterricht ab, welche sich in ihren Prinzipien durchaus auf den chemischen Anfangsunterricht übertragen lassen. Sie unterscheiden zwischen verschiedenen Lernformen, zu denen unter anderem das freie Experimentieren und das sogenannte Laborieren zählen. Dabei führen die Schülerinnen und Schüler mithilfe vorstrukturierter Versuchsanleitungen erste Experimente durch. Wallace, Hand & Prain (2007) schlagen zur Unterstützung des Schreibens über naturwissenschaftliche Sachverhalte das Verfahren des *Science Writing Heuristic* vor. Dabei erhalten die Lernenden unter anderem gezielte Schreibaufgaben und Leitfragen zu den Erwartungen des durchzuführenden Versuchs sowie zur Beobachtung und Erklärung (vgl. ebd. 2007, S. 70). Blanchard et al. (2010) differenzieren in ihren Ausführungen zum *Inquiry-based learning* zwischen den Kontinuen „structured“ und „open“ inquiry.

„In Level 1 or ‘structured’ inquiry, students are provided with a question and a method but are responsible for the interpretation of the result [...] In Level 3 or

‘open’ inquiries, students generate the question as well, therefore taking responsibility for all major aspects of the investigation (Blanchard et al. 2010, S. 581).

So handelt es sich bei „structured inquiry“ um eine vereinfachte Form des Experimentierens, bei der nicht zwingend alle Arbeitsschritte von den Schülerinnen und Schülern eigenständig zu bearbeiten sind. Im Gegensatz zu offenen Formen naturwissenschaftlichen Forschens und Untersuchens werden in der vorstrukturierten Form die Fragestellungen und Untersuchungsmethoden von der Lehrperson vorgegeben, während die Interpretation der Ergebnisse durch die Schülerinnen und Schüler vorgenommen wird. Diese Form des Experimentierens hat sich bereits als probates Mittel für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Primarstufe (vgl. Windt, Scheuer & Melle 2014, S. 71) und zur schrittweisen Förderung des eigenständigen Lernens von leistungsschwächeren Lernenden herausgestellt, die erwiesenermaßen zunächst stärker von strukturierteren Lernumgebungen profitieren (vgl. z.B. Lipowsky 2002, Wodzinski 2007). Kirschner, Sweller & Clarke (2006) stellen in einer Studie fest, dass ein gewisses Maß an Strukturierung notwendig ist, damit Lernende mit geringem bereichsspezifischen Vorwissen die gewünschten Lernerfolge überhaupt erzielen können. So sind Schülerinnen und Schüler mit ausgeprägtem Vorwissen in der Lage, die Strukturierung des Arbeits- und Lernprozesses selbst vorzunehmen, während Lernende mit geringem Vorwissen dazu weniger imstande sind (vgl. ebd. 2006, S. 75ff.). Da im Rahmen der ersten Projektphase und in der dargestellten Bedingungsanalyse spezifische Lernschwierigkeiten und Herausforderungen nachgewiesen werden konnten, scheint die strukturierte Form des naturwissenschaftlichen Arbeitens für die vorliegende Zielgruppe zunächst angemessen zu sein. Dennoch wäre es wünschenswert, offenere Arbeitsformen naturwissenschaftlichen Untersuchens zu etablieren, sobald die Lernenden über ein breiteres domänenspezifisches (Vor-)Wissen verfügen. Daher ist die strukturierte Form zum Zeitpunkt der praktischen Erprobung als ein sogenanntes Scaffold, eine Gerüststruktur, zu verstehen (vgl. Hmelo-Silver, Duncan & Chinn 2007, S. 100). Weiterhin werden die Schülerinnen und Schüler zur Strukturierung des naturwissenschaftlichen Arbeitens mit einer festgelegten Fragestellung und den entsprechenden Untersuchungsmethoden konfrontiert. Zu den Problemstellungen gehören in diesem Fall „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“ sowie „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“ und die identischen Formulierungen für die Versuche mit Salz. Zudem werden die zur Durchführung der Versuche benötigten Geräte und Materialien in Form einer Aufzählung angegeben.

Da die Fähigkeit zum Formulieren einer Hypothese, die im schulischen Kontext eher der Äußerung einer Vermutung oder Vorhersage entspricht (vgl. Altrichter & Posch 2007, S. 211f.), stark von den Alltagserfahrungen und dem domänenspezifischen Vorwissen der Schülerinnen und Schüler abhängig ist, kann diese im Unterricht kaum direkt gefördert werden (vgl. Kapitel 4.2). Um den Lernenden einige Hilfestellungen zu geben, werden zur Unterstützung einerseits Impulskarten zur Erweiterung des Vorwissens und andererseits Satzanfänge sowie Beispielsätze als sprachliche Anregungen zur Verfügung gestellt, die bei Bedarf in Anspruch genommen werden können (vgl. Abb. 5.6 und 5.7).

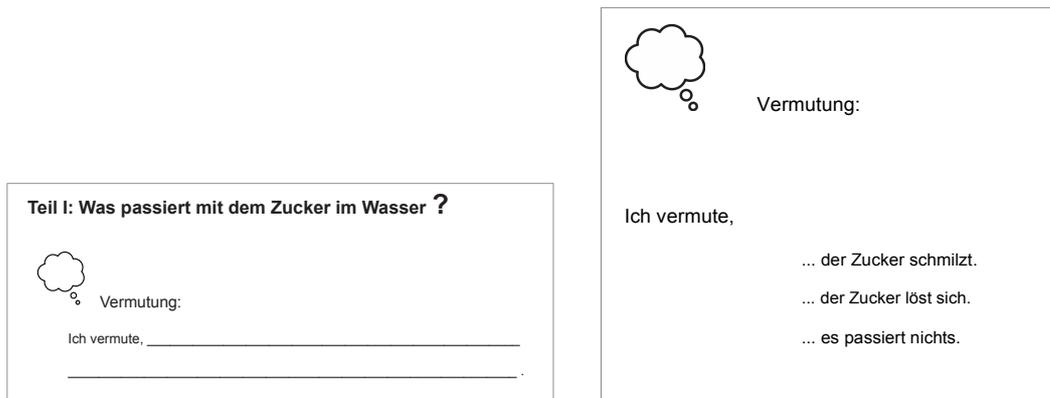


Abb. 5.6 und 5.7: Problemstellung des durchzuführenden Versuchs sowie Hilfestellungen zur Formulierung einer Vermutung

Im Rahmen der praktischen Erprobungen hat sich herausgestellt, dass vorgegebene, unterschiedlich anspruchsvolle Arbeitsmaterialien, die zunächst als Maßnahme der inneren Differenzierung vorgesehen waren, von den Schülerinnen und Schülern nicht genutzt wurden. Aus diesem Grund konnte von dieser Form der Differenzierung abgesehen werden. Stattdessen wurden für die gesamte Bearbeitung der Arbeitsmaterialien Lernhilfen bereitgestellt, welche die Lernenden beim gemeinsamen und selbstständigen Erledigen der Aufgaben nach ihrem Tempo unterstützen sollen und von ihnen optional wählbar waren.

Zur Visualisierung der Lernaufgaben und zum Erwerb zentraler Fachbegriffe sind die einzelnen Arbeitsschritte der Fördermaterialien mit Symbolen versehen, die von einer Grafikerin entwickelt wurden und in Kapitel 5.4.2 ausführlich beschrieben werden.

Da die chemische Fachsprache an spezifische Sprachstrukturen und Satzmuster gebunden ist, sind diese auch für das Verfassen von Versuchsprotokollen ausschlaggebend (vgl. Thürmann 2011, S. 15). Von den kooperierenden und schriftlich befragten Lehrenden wird empfohlen, den Umgang mit entsprechenden Satzkonstruktionen explizit zu fördern.

„Ich fände es sinnvoll, bestimmte Satzkonstruktionen mitzuüben, z.B. ‚Ich vermute, dass...‘ oder ‚das ist so, weil...‘. Für SQ [sprachliche Qualifikation] schleifen sich so Nebensatzkonstruktionen ein“ (Fragebogen L314).

Insbesondere die Kooperation mit Lehrkräften der Förderschule Sprache erweist sich im Hinblick auf die Gestaltung der Aufgabenstellungen und Instruktionen an dieser Stelle als hilfreich, da diese ein besonderes Augenmerk auf die sprachliche Formulierung legen, so dass diese Vorschläge direkt übernommen werden.

Dass die Einschätzungen der Lehrkräfte über die Eignung der Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung auch divergieren können, wird an den folgenden Beispielen deutlich. Während vonseiten der kooperierenden Lehrkräfte der Einsatz der Ideenkarten eingebracht wird, erfolgt die Beurteilung über den Nutzen derselben von den befragten Förderschullehrenden jedoch unterschiedlich. Eine Lehrkraft, die das Bereitstellen von Formulierungshilfen gerade für sprachlich schwache Lernende mit Hörbeeinträchtigung als zu schwierig einschätzt, schlägt hingegen vor, auch die Vermutungen von den Lernenden bildlich darstellen zu lassen. Eine andere Lehrperson hingegen schätzt die „Ideenkarten für schwächere Schüler“ (Fragebogen L119) als besonders geeignet ein.

„[Die] Vermutung soll von den Schülern ebenfalls visualisiert werden (bei sprachlich schwachen Schülern ist das Hilfesystem mit den vorformulierten Sätzen keine echte Hilfe, da sie diese inhaltlich nicht erfassen können)“ (Fragebogen L96).

Da es sich bei den Aussagen der Lehrkräfte um entgegengesetzte Einschätzungen handelt, kann vermutet werden, dass die Beurteilung der Lehrenden aus sehr unterschiedlichen Unterrichtserfahrungen und -realitäten resultiert. So mag die Lehrperson, die für schwächere Lernende einen Nutzen in der Lernhilfe sieht, vermutlich mehr mit (sprachlich) stärkeren Schülerinnen und Schülern zu tun haben, während die andere Lehrkraft gegebenenfalls vermehrt (sprachlich) schwächere Lernende unterrichtet, die durch das sprachliche Angebot möglicherweise überfordert werden könnten. Auch wenn diese Hinweise bei der ersten Betrachtung aufgrund der vorliegenden Widersprüchlichkeit zunächst wenig hilfreich erscheinen, kann dadurch verstärkt in den Fokus gerückt werden, dass auch Förderschüler eine heterogene Gruppe bilden (vgl. Kapitel 2.4 und 4.4.1) und dass ein und dasselbe Lernangebot möglicherweise nicht für alle Schülerinnen und Schüler unterstützend wirkt. Diesen Begebenheiten sollten im Sinne der inneren Differenzierung und individuel-

len Förderung von allen Lehrenden berücksichtigt werden, da davon auszugehen ist, dass ein gewisses Maß an Diversität in jeder Lerngruppe vorhanden ist.

„Homogene Lerngruppen (wenn es sie denn in der Vergangenheit je gegeben hat) gibt es heute in keiner Schulform mehr, daher müssen neue äußere und innere Differenzierungsmodelle entwickelt werden“ (Paradies & Linser 2001, S. 10).

So sollten nicht die Lernenden als defizitär wahrgenommen werden, sondern „die Institution Schule in ihrer derzeitigen Form und Organisation“ kritisch in den Blick genommen werden, „insofern sie die Einzigartigkeit der Individualität nicht anerkenne“ (Trautmann & Wischer 2011, S. 17). Weiterhin ist anzunehmen, dass die aus den Kommentaren der Lehrkräfte resultierenden Tendenzen sich in einer inklusiven Lernumgebung mit unterschiedlichen Förderschwerpunkten und mit Lernenden ohne Förderbedarf vermutlich potenzieren, was die Lehrenden vor eine didaktisch anspruchsvolle Aufgabe stellt, die durch geeignete Lehr- und Lernmaterialien unterstützt werden könnte.

Bei dem von der Lehrkraft eingebrachten Vorschlag zum Einsatz von Zeichnungen beim Dokumentieren von Experimenten handelt es sich um eine Dokumentationsform, die vermutlich in heterogenen Lerngruppen und insbesondere im Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden zur Differenzierung geeignet ist. So wird zur Beschreibung und Interpretation der Beobachtung die zeichnerische Darstellungsebene betont und nicht auf das rein schriftsprachliche Protokollieren der Experimente zurückgegriffen. Mit dem Ziel, eine sprachliche Überforderung der Schülerinnen und Schüler zu vermeiden, wird im Rahmen der Unterrichtseinheit der Umgang mit sogenannten nicht-linearen Texten angeregt. Während lineare Texte rein schriftsprachlich orientierte Sachtexte darstellen, beinhalten nicht-lineare Texte Abbildungen, Tabellen, Diagramme und Schaubilder (vgl. Klieme et al. 2010, S. 136), deren didaktisches Potenzial im Folgenden ausführlich dargestellt wird (vgl. Kapitel 5.5.3 und 5.5.4). Da die Anregung der sprachlichen Fähigkeiten im Förderkonzept weder überhandnehmen noch gänzlich vernachlässigt werden soll, wird in enger Absprache mit den kooperierenden Lehrkräften die Variante der Satzanfänge und Beispielsätze beibehalten. Diese Vorgehensweise zielt darauf ab, Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung schrittweise an das Schreiben im Fachunterricht heranzuführen und die konstitutive Fähigkeit der Schreibkompetenz zur „Verständigung mit den Mitteln der Schrift“ (Becker-Mrotzek & Böttcher 2006, S. 57) anzuregen.

Da auch Förderschulklassen heterogen zusammengesetzt sind, können die im Förderkonzept angebotenen Maßnahmen zur Visualisierung der Lerninhalte, zur sprachlichen Unterstützung und zur Strukturierung als Differenzierungsmaßnahmen eingesetzt und erwartungsgemäß auch auf den inklusiven Unterricht übertragen werden. Das Potenzial der eingesetzten Maßnahmen für heterogene Lerngruppen wird von einer Förderschullehrkraft hervorgehoben.

„Das Bereitstellen von Differenzierungsmaßnahmen durch Veranschaulichung, Sprache etc. halte ich für sinnvoll, da unsere Schülerschaft sehr gemischt ist“ (Fragebogen L191).

Neben den bereits erwähnten vorgegebenen Fragestellungen und Versuchsanleitungen befinden sich an allen Versuchsteilen kleine Kästchen, die bei der erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabenstellungen abgehakt werden. Diese Methode wurde von den Lehrenden im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung eingebracht, die aus ihrer Erfahrung heraus festgestellt haben, dass die Schülerinnen und Schüler nicht immer aufmerksam sind und Arbeitsschritte auslassen oder vergessen (vgl. Abb. 5.8).



Durchführung:



Materialien

1 Gasbrenner
 1 Abdampfschale
 1 Pipette
 1 Stativ
 1 Stativring
 1 Feuerzeug
 1 Schutzbrille

Beschrifte die Zeichnungen!

Ziehe 2-mal mit der Pipette das Zuckerwasser auf.

Gib das Zuckerwasser in die Abdampfschale.

Baue die Apparatur auf wie im Bild.

Setze eine Schutzbrille auf.

Zünde den Gasbrenner mit dem Feuerzeug an.

Stelle den Gasbrenner nach einigen Minuten aus.

1

Abb. 5.8: Vorgegebene Untersuchungsmaterialien und -methoden

Die zur Visualisierung der Versuchsdurchführung dargebotenen Abbildungen wurden von der angesprochenen Grafikdesignerin erstellt. Nach Angaben der kooperierenden Lehrkräfte sollen die Abbildungen die Schülerinnen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten unterstützen, die zu leistenden Arbeitsschritte der Versuchsdurchführung abzuleiten. Um gleichzeitig die Lesefähigkeit der Lernenden anzuregen, werden die Abbildungen durch schriftsprachliche Anleitungen ergänzt. Da bei der Formulierung der Versuchsanleitungen die sprachliche Angemessenheit im Hinblick auf die Lernvoraussetzungen und Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen ist, werden bei der Gestaltung der Fördermaßnahmen die internationalen Richtlinien des Netzwerks *Leichte Sprache* eingesetzt (vgl. Inclusion Europe 2009, S. 12ff.). Das Programm zielt auf die barrierefreie Gestaltung von Informationen ab, die dadurch insbesondere für Menschen mit Beeinträchtigungen der Kognition und des Lernens an Verständlichkeit gewinnen sollen (vgl. Wessels 2008, S. 265f.). Die Empfehlungen betreffen unter anderem Angaben zu geeigneten Satzkonstruktionen, zur Topografie, zur Gestaltung und zum Format von Texten. So sollte beispielsweise von umfangreichen Satzgefügen mit Hypotaxen abgesehen und stattdessen kurze und übersichtliche Sätze gebildet werden. Weiterhin sollten Texte

durch prägnante Überschriften klar gegliedert und der Umfang der Texte durch aussagekräftige Abbildungen entlastet werden (vgl. Winter 2014, S. 34). Diese Regeln helfen dabei, „komplexe Sachzusammenhänge einfach und verständlich darzustellen“ (Miles-Paul 2008, S. 4). Die für die Versuchsbeschreibung formulierten Texte werden auch von den Lehrkräften der Förderschule Sprache positiv beurteilt.

„Ich finde die Materialien sehr gut geeignet, [...] weil sie in kurzen, prägnanten Sätzen gut die Lernvoraussetzungen von SuS mit dem FS Sprache treffen“ (Fragebogen L139).

Die Versuchsanleitungen wurden initial in persönlicher Form formuliert und im Rahmen der praktischen Erprobung eingesetzt. Um die Schülerinnen und Schüler aber an die in den Versuchsprotokollen geforderte unpersönliche Ausdrucksweise heranzuführen, wurde auf Anraten der partizipierenden Lehrkräfte eine Veränderung vorgenommen. Die eingesetzten Richtlinien zur leichten Sprache entsprechen nicht nur den Empfehlungen und Vorstellungen der partizipierenden Lehrkräfte, sondern ebenso den Hinweisen zum Nachteilsausgleich für Lernende mit Förderbedarf, die beispielsweise bei Abschlussprüfungen berücksichtigt werden. Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung erhalten sprachlich optimierte Arbeitsmaterialien und eine verlängerte Bearbeitungszeit (z.B. KMK 1996, Wagner & Schlenker-Schulte 2006), was auch für die inklusive Beschulung vorgesehen ist.

„Die Anwendung von Formen des Nachteilsausgleichs gibt insbesondere den Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen die Chance, Kompetenzen unter angemessenen äußeren Bedingungen nachzuweisen“ (KMK 2011, S. 10).

Die dazu notwendigen äußeren Bedingungen sollen mithilfe des entwickelten Förderkonzeptes geschaffen werden und zur Beantwortung der Forschungsfragen (vgl. Kapitel 4.5) beitragen. Die dabei fokussierten Aspekte, Anwenden von Fachbegriffen sowie Beschreiben und Erklären von naturwissenschaftlichen Phänomenen, werden im Folgenden auch als Förderziele bezeichnet.

5.5.2 Anwenden von Fachbegriffen

Wie in den Thesen von Merzyn (1998a und 1998b) zur Bedeutung der Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht formuliert wird, bedeutet das Lernen einer Naturwissenschaft „zu einem erheblichen Teil: den Umgang mit ihren Begriffen lernen“ (Merzyn

1998a, S. 205). So ist in den theoretischen Grundlagen bereits dargestellt, dass das Erlernen chemischer Fachbegriffe und das Verstehen der entsprechenden chemischen Vorgänge und Konzepte eine wesentliche Voraussetzung für den Erwerb der fachbezogenen Kommunikationsfähigkeit darstellt (vgl. Kapitel 2.2.). Weiterhin ist es für den Erwerb derselben und das Verfassen von Versuchsprotokollen im naturwissenschaftlichen Unterricht notwendig, dass die „erforderlichen Fachbegriffe sachlich richtig verwendet werden“ (Becker-Mrotzek & Böttcher 2006, S. 140). Erst durch einen kompetenten Umgang mit den Fachtermini besteht die Möglichkeit, Diskurse über naturwissenschaftliche Erkenntnisse sowohl im Unterricht als auch außerhalb des schulischen Kontextes zu führen, wodurch ein bedeutender Beitrag zum Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung geleistet wird (vgl. Kapitel 2.1). Es ist erforderlich, „die Sprache [...] der naturwissenschaftlichen Fächer zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren“ (vgl. KMK 2005, S. 8) und dies im Unterricht explizit zu fördern (vgl. Kapitel 2.2).

Aufgrund der dargestellten Herausforderungen von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigungen im Erwerb der (Fach-)Sprache (vgl. Kapitel 4.4.2) stellt das Anwenden von Fachbegriffen eines der Förderziele dar, die mithilfe des Förderkonzeptes erreicht werden sollen. Da das Erlernen der chemischen Fachsprache für Lernende mit und ohne Förderbedarf eine Herausforderung darstellt (vgl. Kapitel 2.2.1), steht zu erwarten, dass alle von sprachförderlichen und sprachsensiblen Maßnahmen im inklusiven Unterricht profitieren können oder diese als Differenzierungsmaßnahmen ihre Verwendung finden können. Da bisher kaum Forschungsergebnisse und Aufsätze zur Förderung fachbezogener Kommunikationsprozesse bei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf im naturwissenschaftlichen Unterricht vorliegen, wird auf Forschungsergebnisse der folgenden angrenzenden wissenschaftlichen Disziplinen zurückgegriffen. Dazu zählen in diesem Kontext die Hörgeschädigtenpädagogik als spezielles Teilgebiet der Sonderpädagogik, die Didaktiken der Naturwissenschaften sowie die Sprachdidaktik.

Aus zahlreichen Aufsätzen der Hörgeschädigtenpädagogik kann entnommen werden, dass die Förderung fachsprachlicher Kompetenzen kaum thematisiert wird, während generelle Fragestellungen, auf welche Weise der Spracherwerb bei hochgradig schwerhörigen und gehörlosen Menschen erfolgen soll, im Vordergrund stehen (vgl. z.B. Prillwitz 1982, Claußen 1995, Große 2001, Diller & Graser 2005, Kiedrowski 2005, Schäfke 2005). Aus der Hörgeschädigtenpädagogik gehen kaum didaktische Konzepte zur Unterstützung domänenspezifischer Förderziele jenseits des Deutschunterrichtes der Primarstufe hervor, die

zur Förderung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht eingesetzt werden können. Umso wertvoller und ertragreicher ist angesichts der vorhandenen Forschungsdesiderata an dieser Stelle die Kooperation mit den Förderschullehrenden, die zur Entwicklung des Förderkonzeptes auf ihre langjährige Unterrichtserfahrung im Fach Chemie und im Lernbereich Naturwissenschaften und den dabei eingesetzten didaktischen Konzepten zurückgreifen können.

Aus dem Bereich der Sprachdidaktik werden insbesondere Angaben zum sprachsensiblen Fachunterricht für Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte herangezogen (vgl. Schneider et al. 2013, S. 20ff., Reich & Krumm 2013). Diese Quellen aus der Sprachdidaktik könnten sich für die hier angesprochene Zielgruppe insofern als besonders wertvoll erweisen, als dass sich zwischen dem Sprachförderbedarf von migrationsbedingten Zweitsprachlernenden und hörgeschädigten Lernenden gewisse Bezüge herstellen lassen. Das trifft vor allem auf gehörlose und hochgradig schwerhörige Lernende zu, welche die Deutsche Gebärdensprache als Erstsprache erlernen, die sich von der deutschen Sprache in der Grammatik deutlich unterscheidet (vgl. Kapitel 2.4.4). Weiterhin sind überproportional viele Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte an Förderschulen zu finden (vgl. Ehmke & Baumert 2007); es kann daher angenommen werden, dass sich die sprachliche Problematik in diesen Fällen potenziert oder diagnostisch schwer differenzieren lässt. Sollte sich zeigen, dass die Konzepte, die speziell für Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte zur Verfügung stehen, auch für Förderschülernde mit sprachlichem Schwerpunkt geeignet sind, kann dies auch zur Gestaltung des gemeinsamen Lernens in einer inklusiven Schule beitragen. So könnte damit stärker in den Fokus gerückt werden, dass sprachliche Bildung ein Thema aller Bildungsinstitutionen ist und nicht nur Schülerinnen und Schüler mit einem diagnostizierten (sprachlichen) Förderbedarf betrifft (vgl. Mußmann 2013, S. 11ff.).

Die Förderung von Lernenden mit nicht-deutscher Herkunftssprache ist besonders aufgrund unzureichender Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie PISA im Jahr 2000 und der DESI-Studie 2004, bei welcher deutliche Disparitäten zwischen den Leistungen von Lernenden mit und ohne Zuwanderungsgeschichte festgestellt wurden (vgl. z.B. OECD 2006b, Konsortium Bildungsbericht 2006, Gresch & Becker 2010, Rösch 2011), zu einem bedeutenden Thema aller Bildungsinstitutionen herangewachsen. Das Thema „Deutsch für Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte“ (Michalak 2013, S. 322) wurde auf Grundlage eines neuen Ausbildungsgesetzes als Modul an den Universitä-

ten aufgenommen und hat sich damit auch zu einem bedeutenden Thema der universitären Lehrerinnen- und Lehrerbildung entwickelt. Im Rahmen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung zur Förderung von Schülerinnen und Schüler mit Deutsch als Zweitsprache (DaZ) wird unter anderem das Konzept *durchgängig Sprachbildung* vorgestellt, das darauf abzielt, sprachliches Lernen in allen Bildungsetappen anzuregen (vgl. Lange & Gogolin 2010). Dabei sollen insbesondere Lernende mit Zuwanderungsgeschichte und Lernende aus Familien mit geringem sozioökonomischen Status in den Blick genommen werden (vgl. Decker-Ernst & Oomen-Welke 2013), die aufgrund ihres familiären Bildungshintergrundes ein geringeres *kulturelles Kapital* erwerben (vgl. Bourdieu 1983, S. 189).

„Die im Fachunterricht geforderten Kompetenzen sind für SchülerInnen nicht-deutscher Muttersprache oft schwieriger anzueignen als für SchülerInnen mit deutscher Muttersprache. Für SchülerInnen aus bildungsfernen Familien ist deren Erwerb auch unabhängig von der Erstsprache vielfach problematisch“ (Schmölzer-Eibinger 2013, S. 27).

Die angesprochenen Schülerinnen und Schüler werden häufig als sprachliche Risikogruppe wahrgenommen, da Diskrepanzen hinsichtlich der im familiären Umfeld verwendeten Einzelsprache bzw. des eingesetzten Sprachregisters der Alltagssprache und der im schulischen Kontext geforderten Einzelsprache Deutsch bzw. sprachliches Register der Bildungssprache vorliegen (vgl. Kniffka & Siebert-Ott 2009, S. 20f.). So reichen die Sprachmuster dieser Lernenden, die zumeist im Bereich der Alltags- oder Umgangssprache, weniger im Bereich der Bildungs- und Fachsprache liegen, für eine erfolgreiche Teilnahme am Unterricht meist nicht aus (vgl. Siebert-Ott 2006, S. 148). Durch sprachförderliche Maßnahmen in allen Fächern sollen den betreffenden Schülerinnen und Schülern explizit bildungssprachliche Fähigkeiten vermittelt werden, die für den Bildungserfolg ausschlaggebend sind (vgl. Heppt et al. 2012, S. 349). Die an dieser Stelle genannten Bedarfe können in gewisser Weise auf die Belange von hörgeschädigten Lernenden übertragen und bei der Entwicklung des Förderkonzeptes berücksichtigt werden.

Wie bereits in den theoretischen Grundlagen dargestellt, führen insbesondere die sprachlichen Besonderheiten und Charakteristika der naturwissenschaftlichen Fachsprachen bei Schülerinnen und Schüler häufig zu Verstehensproblemen, die sich unmittelbar auf den schulischen Lernerfolg auswirken (vgl. Kapitel 2.2). Um diesen Defiziten entgegenzuwirken, wurden einige zielgruppenspezifische und domänenspezifische Förderkonzepte entwickelt, die sich mit der sprachlichen Förderung von Lernenden mit Zuwanderungsgeschich-

te im naturwissenschaftlichen Unterricht beschäftigen (vgl. z.B. Wlotzka & Ralle 2008, Lück 2009, Leisen 2010, Tajmel 2010). Diese geben an, dass aufgrund der unzureichenden Beherrschung der Bildungssprache Schülerinnen und Schüler mit Zuwanderungsgeschichte erhebliche Nachteile beim Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht haben können (vgl. Tajmel, Starl & Schön 2009, S. 72ff.), was bereits im Rahmen der *Interdependenzhypothese* von Cummins (1979) angesprochen wurde (vgl. Kapitel 2.2.1). Die gleichzeitige Förderung des fachlichen und sprachlichen Lernens kommt beispielsweise im Duisburger Modellprojekt „Experimentieren als neuer Weg zur Sprachförderung“ zum Tragen. Zu diesem Zweck werden den Schülerinnen und Schülern die relevanten sprachlichen Mittel sowie strukturierte Experimentieranleitungen zur Verfügung gestellt und der sprachliche Austausch der Kinder gefördert (vgl. Scheuer, Kleffken & Ahlborn-Gockel 2010, S. 12ff.). Auf welche Weise die angesprochenen Aspekte zur Entwicklung des Förderkonzeptes konkret umgesetzt wurden, soll Gegenstand der folgenden Erläuterungen sein. In Tabelle 5.3 ist zusammengefasst, auf welche Weise das Anwenden von Fachbegriffen im Förderkonzept konkret umgesetzt wird.

Tab. 5.3: Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Anwenden von Fachbegriffen

Förderziel	Umsetzung im Förderkonzept
Anwenden von Fachbegriffen	<ul style="list-style-type: none"> - Auswahl zentraler Fachbegriffe - Einführung konkreter Fachbegriffe mithilfe von Wortkarten und konkreten Objekten (Laborgeräte) - Einführung abstrakter Fachbegriffe (z.B. Lösung, Teilchen) in Abgrenzung zu bekannten Begriffen (heterogenes Gemisch, Stoff) - Beschriften der Abbildungen und Zeichnungen - Einsatz geschlossener und offenerer Aufgabenformate (Multiple-Choice-Aufgabe, Lückentext, Lückewort, Satzanfang) - Einführen von Fachgebärden - Verknüpfen der Fachbegriffe mit den Piktogrammen und Fachgebärden

Im Hinblick auf das Einführen von Fachbegriffen und im Sinne eines sprachsensiblen Fachunterrichts werden die für die Teilnahme an der Unterrichtseinheit notwendigen Fachbegriffe im Vorfeld ausgewählt und gezielt eingeführt (vgl. Leisen 2011, S. 144). Die Lehrenden geben in diesem Zusammenhang an, dass hörgeschädigte Lernende aufgrund der

besonderen Wahrnehmungs- und Spracherwerbssituation noch mehr als andere Lernende auf ein häufiges Wiederholen der Fachbegriffe in verschiedenen Kontexten angewiesen sind, was von den Lehrenden bereits in ihren ersten Empfehlungen geäußert wurde (vgl. Kapitel 4.4.4). Dieses Prinzip wird bereits in den Thesen zur Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht von Merzyn (1998b) aufgegriffen, in welchen darauf hingewiesen wird, dass eine breite Repräsentation der Fachbegriffe erforderlich ist (vgl. Kapitel 2.2.1).

Die von den Lehrpersonen und der Verfasserin ausgewählten Fachbegriffe, die für die Teilnahme an der Unterrichtseinheit erforderlich sind, können in konkrete (Bezeichnungen der Laborgeräte) und abstrakte Fachbegriffe (Lösung, Teilchen) unterteilt werden. Für die Einführung der konkreten und abstrakten Fachbegriffe werden, wie von den Lehrkräften empfohlen (vgl. Kapitel 4.4.3), unterschiedliche Strategien eingesetzt. Im Hinblick auf die benötigten konkreten Fachbegriffe der Unterrichtseinheit werden Begriffe wie Becherglas, Löffelspatel, Gasbrenner, Pipette, Abdampfschale oder auch Stativ eingeführt. Da die genannten Laborgeräte im Verlauf der Unterrichtseinheit mehrmals zum Einsatz kommen, findet eine stetige Wiederholung der Begrifflichkeiten statt, die auf das langfristige Einprägen der Begrifflichkeiten abzielt. Wie bereits in den theoretischen Grundlagen erwähnt, handelt es sich bei den Bezeichnungen der Laborgeräte um sogenannte deiktische Ausdrücke, daher kann die Einführung der genannten Termini direkt anhand der konkreten Anschauungs- bzw. Referenzobjekte erfolgen. Diese Vorgehensweise wird durch den Einsatz von Begriffskarten weiter unterstützt, die den Lernenden durchgängig zur Verfügung stehen. Mithilfe der Wortkarten und Anschauungsobjekte werden Zuordnungsaufgaben in Anlehnung an Leisen (2010) durchgeführt. Zu den relevanten abstrakten Fachbegriffen der Unterrichtseinheit zählen die Begriffe Lösung und Teilchen. Da sich hinter diesen Begriffen abstrakte chemische Vorgänge und Konzepte verbergen, die im Rahmen der Unterrichtseinheit erarbeitet werden, können sie anders als die konkreten Fachbegriffe nicht direkt übersetzt und dargestellt werden. Nach Auffassung der Lehrkräfte kann die Einführung dieser Begrifflichkeiten durch Sachmodelle gestützt werden, die in diesem Fall als abstrakte Referenzobjekte dienen.

Wie von Merzyn (1998b) hervorgehoben wurde, ist bei der Einführung von Fachbegriffen die Differenzierung zu ähnlichen Begriffen von besonderer Bedeutung. So schlägt eine Lehrkraft vor, den Lösungsbegriff von Stoffverbindungen abzugrenzen.

„Der Begriff „Lösung“ sollte eindeutig definiert werden in Abgrenzung zur Stoffverbindung“ (Fragebogen L107).

Die Lehr- und Lernmaterialien werden für den chemischen Anfangsunterricht geplant, sodass den Schülerinnen und Schülern zum vorgesehenen Untersuchungszeitpunkt der Stoffbegriff bereits bekannt ist. Weiterhin haben die Lernenden verschiedene heterogene Stoffgemische und einige Stofftrennverfahren kennengelernt, anhand derer die Stoffgemische getrennt werden können. Nach Angaben der partizipierenden Lehrkräfte wird zu diesem Zweck der Begriff des heterogenen Stoffgemischs nicht eingeführt, sondern zur Vereinfachung der Begriff Mischung gewählt. Stoffverbindungen werden im Zusammenhang mit den dazugehörigen Kriterien einer chemischen Reaktion erst zu einem späteren Zeitpunkt erläutert, denn eine Abgrenzung zur Stoffverbindung würde die Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler zu diesem frühen Zeitpunkt überschreiten. Somit sind die Empfehlungen der genannten Lehrperson hinsichtlich der Abgrenzung zur Stoffverbindung kritisch zu betrachten, da die Reihenfolge der Unterrichtsthemen durch Kernlehrpläne festgeschrieben sind (vgl. MSW 2008, S, 20f.). Allerdings sei erneut darauf hingewiesen, dass für Förderschulen für Hörgeschädigte meist keine eigenständigen Kernlehrpläne ausgegeben werden und es somit erforderlich ist, die Regelcurricula freier zu interpretieren (vgl. Kapitel 4.4.2). Aus diesem Grund wird stattdessen eine Abgrenzung des Lösungsbegriffs zum bereits bekannten Begriff der Mischung vorgenommen. Dabei werden zunächst einige heterogene Stoffgemische hergestellt und mit Stofftrennverfahren separiert. Zu den hergestellten Stoffgemischen gehören Mischungen aus Sand und Kies bzw. Mehl und Wasser, welche durch Filtrieren, Sieben und das Dekantieren getrennt werden können. Anschließend wird eine Lösung aus Zucker und Wasser hergestellt, die ebenfalls getrennt werden soll. In diesem Zusammenhang soll den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass zwischen dem leicht trennbaren und optisch klar als heterogen wahrnehmbaren Stoffgemisch und der optisch homogen erscheinenden Lösung fachliche Unterschiede bestehen, weshalb sich Lösungen nicht mithilfe einfacher Trennverfahren separieren lassen. Die Einführung des Teilchenbegriffs erfolgt auf Anraten der kooperierenden Lehrkräfte nicht in Abgrenzung, sondern in Ergänzung zum Stoffbegriff. Den Schülerinnen und Schülern wird der Hinweis gegeben, dass es sich bei der Teilchenebene um eine andere Betrachtungsweise von Stoffen handelt (vgl. Kapitel 2.1.1). Da die Auswahl der einzuführenden Begriffe auf ein Minimum reduziert, im Zweifelsfall auf sprachlich weniger anspruchsvolle Begriffe zurückgegriffen und die textliche Gestaltung der Materialien der Zielgruppe angepasst wird, folgen diesbezüglich positive Rückmeldungen der befragten Lehrkräfte.

„[Die Materialien sind] nicht textlastig [...] Begriffe werden in einem sehr überschaubaren Rahmen eingeführt“ (Fragebogen L119).

Um die neu eingeführten Fachbegriffe zu den chemischen Laborgeräten direkt anwenden zu können, erhalten die Lernenden die Aufgabe, die vorgegebenen Abbildungen zur Versuchsdurchführung zu beschriften (vgl. Kapitel 5.5.1). Zur Unterstützung stehen den Lernenden die Wortkarten und die Listen der vorgegebenen Untersuchungsmaterialien zur Verfügung. Durch die Striche an den Materialien wird den Lernenden zusätzlich verdeutlicht, welches Element der Abbildung beschriftet werden soll (vgl. Abb. 5.9 und 5.10).

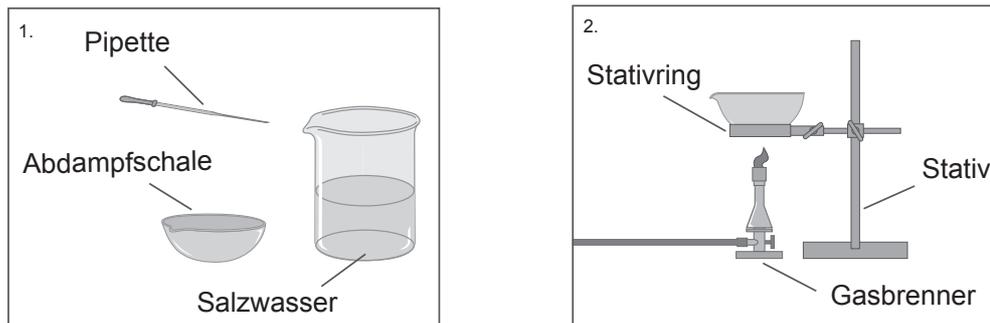


Abb. 5.9 und 5.10: Anwenden der Fachbegriffe durch Beschriftung der Abbildungen

Diese Aufgabenstellung zielt darauf ab, dass die Begriffe mit den dazugehörigen Objekten gelernt werden und eine Verknüpfung schriftsprachlicher und bildlicher Anteile vorgenommen wird, was von den Lehrenden positiv hervorgehoben wird.

„[Die] Kombination von Bild- und Wortmaterial erscheint mir sinnvoll“ (Fragebogen L314).

„Dass die Abbildungen zur Durchführung beschriftet und die Begrifflichkeiten geübt werden“ (Fragebogen L191).

Das didaktische Potenzial der angesprochenen Verknüpfung, des Benennens von Gegenständen und des Bereitstellens entsprechender Fachwortglossare wurde bereits durch eine Studie von Tajmel (2010) mit Lehrkräften für das Schreiben in der Zweitsprache im Physikunterricht hervorgehoben (vgl. ebd. 2010, S. 178ff.). Nähere Informationen zu diesen Vorschlägen sowie zur Verknüpfung bildlicher und sprachlicher Elemente werden im Folgenden noch ausführlich behandelt.

Die weitere sprachliche Unterstützung der Schülerinnen und Schüler wird vorwiegend durch das Bereitstellen verschiedener Aufgabenformate realisiert, durch welche die Vermutungen geäußert und Beobachtungen sowie Erklärungsansätze der durchgeführten Ver-

suche zusammengefasst werden. Zu den eingesetzten Aufgabenformaten zählen Multiple-Choice-Aufgaben, Lückentexte und Lückenwörter sowie Satzanfänge. Allerdings besteht aufseiten der befragten Lehrkräfte Uneinigkeit darüber, welcher didaktische Nutzen geschlossenen Aufgabenformaten beigemessen werden kann. Im folgenden Beispiel wird zunächst eine kritische Haltung gegenüber Lückentexten deutlich.

„Lückentexte finde ich nicht so gut, zu suggestiv, besser Schüler frei formulieren lassen und Fachbegriffe ergänzen“ (Fragebogen L37).

„Die Texte könnten zur Differenzierung auch freier formuliert werden dürfen“ (Fragebogen L17).

Aus dem Kommentar der Lehrperson geht die Befürchtung hervor, dass anhand von geschlossenen Aufgabentypen nicht die tatsächliche Leistung und das Wissen der Schülerinnen und Schüler abgebildet werden, da der Aufgabentypus ein bestimmtes Antwortverhalten suggeriert. Dem Vorschlag der Lehrperson, die Lernenden eigenständig formulieren zu lassen, ist der Kommentar einer anderen Lehrperson entgegenzubringen, die sich für den Einsatz geschlossener Aufgaben ausspricht.

„Dies handhabe ich seit vielen Jahren so, da die Schüler ihre Ergebnisse mit Hilfe von Lückentexten leichter versprachlichen können und so bleibt mehr Zeit für Schülerversuche. Die Freude am Experimentieren kann besser geweckt werden und der ‚Frust‘, der beim selbstständigen Formulieren [...] leicht entsteht, vermieden werden“ (Fragebogen L512).

Aus diesem Beispiel wird deutlich, dass gerade wegen der sprachlichen Herausforderungen und zur Vermeidung von Frustration auf den Einsatz von geschlossenen Aufgaben zurückgegriffen wird. Da aus der Beschreibung der Lerngruppe hervorgeht, dass nicht alle Lernenden in der Lage sind, vollständige Sätze und Texte zu formulieren (vgl. Kapitel 5.4), werden neben den Satzanfängen geschlossene und halbgeschlossene Aufgabenformate eingesetzt. Um das Bearbeiten dieser Aufgabenformate zur Versuchsbeobachtung und -deutung zu unterstützen, werden den Schülerinnen und Schülern Lernkarten bereitgestellt. Die Lernkarten enthalten Schlüsselbegriffe, die zur Bearbeitung und Überprüfung der Arbeitsergebnisse genutzt werden können. Zu Beginn der Unterrichtseinheit wird vorwiegend auf geschlossene Aufgabenformate zurückgegriffen, die zum Ende der Unterrichtseinheit gemäß dem Prinzip des *Scaffolding* geöffnet werden (vgl. Gibbons 2002). Durch Scaffol-

ding soll „ein sprachbewusster Unterricht für Zweitsprachlernende im Regelunterricht“ (Kniffka & Siebert-Ott 2009, S. 108) ermöglicht werden (vgl. Kapitel 2.5). Dass durch den Einsatz des Scaffolding für Lernende mit und ohne Hörbeeinträchtigung ein Mehrwert entstehen kann, wird durch die folgende Aussage verdeutlicht.

„Scaffolding strategies operate in education of Deaf students in much the same way as they do with hearing students. The use of visuals, demonstrations, dramatization, acting out meanings, and using sign language to explain words and linguistic structures in the written language are all important in both pre-school and school contexts“ (Cummins 2011, S. 19).

Auf welche Weise die partizipierenden Schülerinnen und Schüler durch die von Cummins (2011) angesprochene Verwendung von Gebärdensprache und Maßnahmen zur Visualisierung gefördert werden, wird im weiteren Verlauf erläutert.

Um die Arbeitsaufträge für Schülerinnen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten zu veranschaulichen und um eine Orientierung zu geben, werden alle Lernhilfen und Experimentierschritte im Versuchsprotokoll mit Piktogrammen versehen. Weiterhin zielt der Einsatz der Symbole darauf ab, die idealisierte Vorgehensweise des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses darzustellen und nachzuvollziehen (vgl. Abb. 5.11).

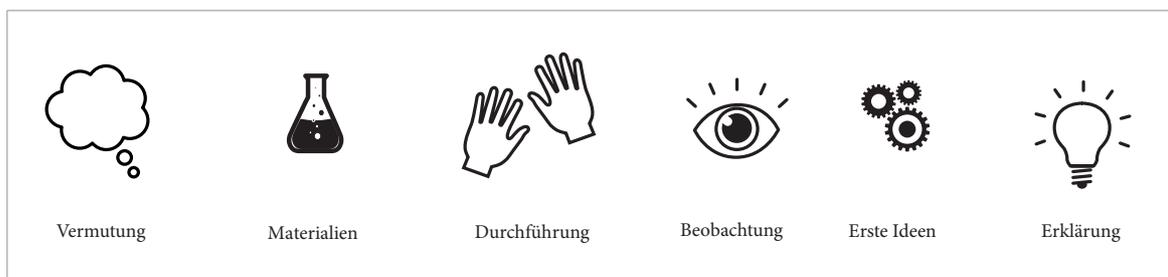


Abb. 5.11: Symbole zu den zentralen Begriffen naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens

Die dargestellte Denkblase soll die Schülerinnen und Schüler zum Äußern einer Vermutung anregen, während der Erlenmeyerkolben für die benötigten Materialien und die Hände für die Durchführung von Experimenten steht. Durch das Symbol des Auges werden die Lernenden dazu angehalten, die Versuchereignisse genau zu beobachten. Anders als im klassischen Versuchsprotokoll folgt im Anschluss an die Beschreibung der Beobachtung noch nicht die endgültige Interpretation derselben. Durch den Zwischenschritt der ersten Ideen, der durch Zahnräder gekennzeichnet ist und das Einsetzen von Denkprozessen sym-

bolisiert, sind die Schülerinnen und Schüler zur Entwicklung eigener Erklärungsansätze angehalten. Welche weiteren Lernziele mit dem angesprochenen Zwischenschritt der ersten Ideen verfolgt werden, wird in Kapitel 5.4.3 ausführlich erläutert. Daraufhin folgt die abschließende Deutung und Zusammenfassung der Versuchsergebnisse, die durch eine Glühbirne gekennzeichnet ist. Ferner dienen die Symbole als Gerüststruktur, um die Lernenden an das Verfassen von Versuchsprotokollen heranzuführen. Die für das Versuchsprotokoll erforderliche Trennung der Experimentierschritte, die insbesondere für die Darstellung der Beobachtung (makroskopische Ebene) und der Interpretation (submikroskopische Ebene) von Bedeutung ist, kann durch „Systematische Piktogramme“ (Fragebogen L37) weiter unterstützt und die entsprechenden Strukturen eingeübt werden.

„Gut finde ich, dass durch die Symbole die Versuchsschritte deutlich voneinander getrennt werden. Vor allem Beobachtung und Deutung gehen bei den Schülern oft durcheinander“ (Fragebogen L191).

„[Das] Beibehalten der gleichen Aufgabenstruktur (verstärkt Sicherheit beim Bearbeiten)“ (Fragebogen L119).

Zusätzlich werden auf Anraten der partizipierenden Lehrkräfte die entwickelten Symbole durch die entsprechenden Gebärden ergänzt, die im Lexikon der Deutschen Gebärdensprache von Kestner (2009) zu finden sind. Die Bedeutung der Gebärden ist den Bildunterschriften zu entnehmen (vgl. Abb. 5.13).



Abb. 5.12: Fachgebärden zu den zentralen Begriffen naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens nach Kestner (2009)

Da das Gebårdensprachlexikon von Kestner (2009) allerdings nur eine geringe Anzahl an Fachgebärden enthält, kann für die Einführung der konkreten und abstrakten Fachbegriffe nicht auf entsprechende Gebärden zurückgegriffen werden. Die Gebärden der Begriffe Schmelzen und Lösen weisen große Ähnlichkeiten auf, und um Fehlvorstellungen zu vermeiden, werden sie in der Unterrichtseinheit bewusst übergangen. Der Entwicklungsbedarf im Bereich der Fachgebärden kann durch diese Erfahrungen um ein weiteres Mal bestätigt werden (vgl. Kapitel 2.5). Aufgrund dessen kann dem Wunsch der Lehrkräfte, weitere Verknüpfungen zur Gebårdensprache herzustellen, nicht entsprochen werden.

„Wünschenswert wäre auch an anderen Stellen eine Verknüpfung der Begriffe und Gebärdens, insofern diese vorhanden sind“ (Fragebogen L144).

Die geschilderte Einbeziehung gebärdensprachlicher Elemente zur Vermittlung von Fachbegriffen weist gewisse Bezüge zum Prinzip des *Translanguaging* auf. Das angesprochene Prinzip ist zur Förderung von mehrsprachigen Lerngruppen bereits mehrfach in Erscheinung getreten (vgl. Creese & Blackledge 2010, Celic & Seltzer 2011, Garcia & Wei 2014) und zielt auf die Verknüpfung der Fähigkeiten von Lernenden ihrer Erst- und Zweitsprache zur Optimierung von Lehr- und Lernprozessen ab. *Translanguaging* wird nach Cummins (2011) folgendermaßen beschrieben.

„Bilingual/multilingual people are constantly drawing on the full repertoire of their linguistic resources [...] to communicate effectively in a wide variety of circumstances“ (ebd. 2011, S. 16).

Die im Rahmen einer Fallstudie von Wlotzka & Ralle (2008) angefertigten Versuchsanleitungen, die unter Berücksichtigung der Herkunftssprachen der Schülerinnen und Schüler entwickelt wurden, greifen in gewisser Weise die genannten Prinzipien des *Translanguaging* auf, die damit bereits Anwendung in chemiedidaktischen Kontexten gefunden haben. An dieser Stelle ist allerdings zu beachten, dass der erfolgreiche Einsatz der Lehr- und Lernmaterialien entsprechende sprachliche Fähigkeiten der Lernenden in ihren Herkunftssprachen voraussetzt, was im Rahmen der angesprochenen Fallstudie nicht der Fall war (vgl. ebd. 2008, S. 62ff.).

Aufgrund der besonderen Herausforderungen der betreffenden Zielgruppe im Umgang mit der Sprache wird auf Anraten der Lehrkräfte allerdings keine zu starke Fokussierung auf die orthografische und grammatikalische Korrektheit gelegt. Um Motivationsproblemen aufseiten der Lernenden vorzubeugen, wird stattdessen der sachgemäße Gebrauch der Fachtermini beurteilt (vgl. Kapitel 4.4.4 und 5.4).

5.5.3 Beschreiben von Beobachtungen

Nach der Durchführung eines Versuchs gilt es zu dokumentieren, „was tatsächlich beobachtet, gerochen oder gehört wurde, ohne dass bereits Deutungen und Interpretationen vorgenommen werden“ (Witteck & Eilks 2004, S. 54). So soll nach der Durchführung des

Experiments „erst das Phänomen, dann die Theorie und die Modellvorstellung“ (Wagenschein 1968, S. 101) ergründet werden. Die Beschreibung der Beobachtung erfolgt in einem klassischen Versuchsprotokoll in der Regel dadurch, dass die Erfahrungen des Experiments „in Sprache umgesetzt und schriftlich fixiert [werden]“ (Moll 2003, S. 73). Aufgrund der hohen schriftsprachlichen Orientierung des Versuchsprotokolls (vgl. Kraus & Stehlik 2008, S. 17) ist das Verfassen desselben für Lernende mit geringen sprachlichen Fähigkeiten mit einigen Herausforderungen verbunden (vgl. Hesse 2008, S. 66). Bei anderen Schülerinnen und Schülern ist das Protokollieren aufgrund der eng gefassten strukturellen Vorgabe und der mühevollen Schreiarbeit wenig beliebt (vgl. Leisen 2003, S. 18). Um den Umgang mit dieser scheinbar problematischen Textsorte anzuregen, werden in zahlreichen fachdidaktischen Aufsätzen verschiedene Unterstützungshilfen und alternative Dokumentationsformen dargeboten (vgl. Kapitel 2.2.1). Diese Hinweise werden zur Entwicklung des Förderkonzeptes aufgegriffen und auf die Bedürfnisse der Zielgruppe abgestimmt.

Aufgrund des veränderten sprachlichen Zugangs von Menschen mit Hörschädigung kann das Dokumentieren von Beobachtungen nicht allein auf schriftsprachlicher Ebene erfolgen. So ist es neben der Anregung der sprachlichen Möglichkeiten erforderlich, „die Einschränkung des auditiven Analysators des schwerhörigen Schülers durch Aktivierung der anderen Sinnesorgane“ (Leonhardt 1986, S. 87) sowie durch das Bereitstellen alternativer Darstellungsmöglichkeiten zu kompensieren. Dementsprechend wird dem Veranschaulichen von Lerninhalten im Unterricht der betreffenden Zielgruppe ein hoher Stellenwert beigemessen, was auch den Richtlinien der Förderschule für Hörgeschädigte zu entnehmen ist.

„Der Anschauung kommt in den Schulen für hörgeschädigte Kinder und Jugendliche ein besonderer didaktischer Stellenwert zu. Sie tritt häufig an die Stelle des interpretierend-vermittelnden Wortes und schafft Motivation für Lernprozesse“ (KMK 1996, S. 16).

Diesen Vorgaben entsprechend wird von den partizipierenden Lehrkräften empfohlen, Versuchsbeschreibungen von den Lernenden zeichnerisch dokumentieren zu lassen. Auch für den Erwerb der Visual Literacy (vgl. Debes 1969, S. 25ff.), die neben der Scientific Literacy als unterrichtliches Leitziel formuliert wurde, spielt der damit verfolgte Ansatz eine bedeutende Rolle. Die visuelle Lesekompetenz, Visual Literacy, die in den nachfolgenden Ausführungen detaillierter vorgestellt werden soll, wird beschrieben als „the ability to understand (read) and use (write) images and to think and learn in terms of images“ (Moore & Dwyer 1994, S. 25). Die damit verbundenen Fähigkeiten sollten im Hinblick auf

die anthropologischen Voraussetzungen der Zielgruppe stärker hervorgehoben und ange-regt werden. Allerdings soll dabei nicht die Anregung der schriftsprachlichen Fähigkeiten gänzlich vernachlässigt werden. Dementsprechend wird als weitere Anregung die von Lei-sen (2010) vorgeschlagene Kombination der bildlichen und schriftsprachlichen Darstel-lungsebene zur Dokumentation von Experimenten einbezogen. Dabei werden neben visuel-len Darstellungen verschiedene Aufgabenformate angeboten, um insbesondere Schülerin-nen und Schüler mit geringen sprachlichen Fähigkeiten an das Dokumentieren von Experi-menten heranzuführen. Diese Ansätze werden für die Beantwortung der zweiten For-schungsfrage umgesetzt und im Folgenden näher erläutert (vgl. Tab. 5.4).

Tab. 5.4: Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Dokumentieren von Beobachtungen

Förderziel	Umsetzung im Förderkonzept
Beschreiben von Beobachtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Aufgabenstellung: makroskopische Ebene - Zeichnerische Darstellung der Beobachtung - Beschriften der Zeichnungen - Hinweise zur Beschriftung - Vorgabe von drei Zeichnungen - Aufgaben zur Beobachtung - Lernhilfen zur Bearbeitung und Überprü-fung der Aufgaben

Das Dokumentieren der Versuchsergebnisse wird durch die Nutzung des zuvor erläuterten Symbols zur Beobachtung (vgl. Abb. 5.12) und die Aufforderung „Zeichne, was du im Versuch beobachtet hast“ angeregt. Dem Anfertigen von Zeichnungen wird überwiegend bei jüngeren Lernenden ein didaktischer Mehrwert beigemessen (vgl. Coleman, McTigue & Smolkin 2011, S. 613ff.), während diese Potenziale im Unterricht mit älteren Schülerin-nen und Schülern meist unterschätzt werden (vgl. Madsen 2013, S. 154). Der Einsatz die-ser Darstellungsform zielt darauf ab, den Lernenden die Gelegenheit zu geben, ihre Be-obachtungen überwiegend nicht-sprachlich ausdrücken zu können (vgl. Abb. 5.13).

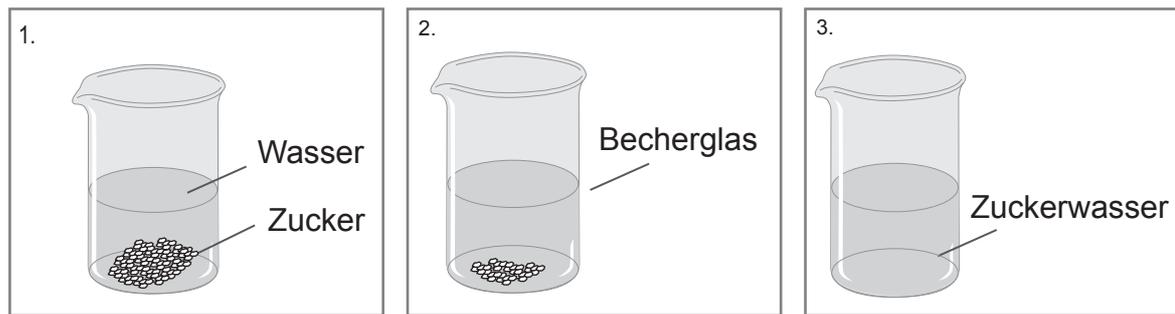


Abb. 5.13: Darstellung der Beobachtung

Die Schülerinnen und Schüler fertigen damit sogenannte nicht-lineare Texte an, zu denen neben Zeichnungen auch Tabellen, Diagramme und Schaubilder zählen. Lineare Texte hingegen bedienen sich rein schriftsprachlicher Mittel, aus denen beispielsweise Sachtexte hervorgehen (vgl. Klieme et al. 2009, S. 136). Ein kompetenter Umgang mit nicht-linearen Texten schließt sowohl das Rezipieren als auch das Übersetzen von Informationen ein (vgl. Schnotz & Dutke 2004, S. 64, Raczkowsky 2006, S. 199). Im naturwissenschaftlichen Unterricht bieten sich zur Auseinandersetzung mit der genannten Darstellungsform die grafische Darstellung von Messergebnissen und das Verfassen von Versuchsanleitungen an (vgl. Leisen 2005b, S. 10, Stäudel 2008, S. 44, Madsen 2013, S. 155). Die dazu erforderlichen Kompetenzen entsprechen damit den Zielformulierungen der Visual Literacy nach Vasquez, Comer & Troutman (2010), welche die Notwendigkeit des Erwerbs folgendermaßen begründen.

„A visual image gives meaning to words and offers an alternative to words as a means of communication. In school today, the ability to read and interpret visual images and representations has become a critical learning skill, for when words and visuals are closely tied, they help students comprehend and synthesize new information. Visual Literacy [...] is now considered a critical part of students' must-have competencies“ (ebd. 2010, S. XI).

Der Begriff der Visual Literacy findet aktuell in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen Anwendung. Da keine domänenspezifische Begriffsbestimmung der visuellen Lesefähigkeit für den naturwissenschaftlichen Bereich vorliegt, wird diese seit geraumer Zeit gefordert (vgl. Lowe 2000, S. 1).

Aufgrund der starken Hervorhebung der visuellen Perzeptionsfähigkeit ist ein großes Potenzial der Visual Literacy für die vorliegende Zielgruppe zu erwarten. Demzufolge spre-

chen sich auch die partizipierenden Lehrkräfte stark für den Einsatz nicht-linearer Darstellungen zur Versuchsbeschreibung aus. Allerdings ist in den Empfehlungen der Lehrenden auch eine kritische Stimme zu finden.

„Eigene Zeichnungen anfertigen gestaltet sich oft schwierig, ggf. ist farbig markieren lassen besser“ (Fragebogen L107).

Da das Anfertigen von Zeichnungen aus Sicht der Lehrkraft mit Schwierigkeiten verbunden sein könnte, wird empfohlen, das Beschreiben der Beobachtungen durch vorstrukturierte Zeichnungen, die farbig zu markieren sind, zu unterstützen. Ferner kann aus diesem Kommentar abgeleitet werden, dass das Herstellen von Zeichnungen eine komplexe Aufgabe ist, die ebenso wie das Verfassen von Texten im naturwissenschaftlichen Unterricht entsprechend einzuführen und anzuleiten ist (vgl. Prechtl 2008, S. S. 42ff.). Um das Anfertigen von Zeichnungen zu optimieren, werden den Lernenden einige Hinweise zur Bearbeitung der Aufgabenstellung gegeben, die anschließend noch näher erläutert werden. Gemessen an den mit dem Förderkonzept verbundenen Lernzielen, den Rückmeldungen der anderen Lehrenden sowie den praktischen Erfahrungen erscheint der Vorschlag der stärkeren Vorstrukturierung als ein zu starker Eingriff in die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, sodass diese Empfehlung zunächst nicht berücksichtigt wird. Weiterhin wird der Einsatz der Zeichnungen durch die folgende Einschätzung weiter bestärkt, in der das Potenzial der Darstellungsform als Diagnoseinstrument hervorgehoben wird.

„Zeichnungen im naturwissenschaftlichen Unterricht halte ich für besonders sinnvoll, da man an einer Schülerzeichnung sehen kann, ob der Schüler genau beobachtet hat“ (Fragebogen L512).

Das didaktische Potenzial zeichnerischer Darstellungen von Schülerinnen und Schülern zur Diagnosestellung wurde bereits in einem Aufsatz von Prechtl (2011) hervorgehoben, in dem er sogenannte Chemie-Foto-Storys analysiert hat. Es handelt sich dabei um in Panels gezeichnete Comics, in denen Lernende durchgeführte Experimente dokumentieren und sich selbst als handelnde Personen darstellen (vgl. Prechtl 2007, S. 109ff.). Diese Resultate können genutzt werden, um „Bedeutungen aus dem Bildmaterial zu erschließen“ (Prechtl 2005, S. 202), ggf. Lernschwierigkeiten zu diagnostizieren und Fördermaßnahmen einzuleiten. Dass Chemie-Foto-Storys gerade im Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden als kommunikationsunterstützende Lehr- und Lernhilfe einen besonderen Mehrwert haben können, wurde bereits im Rahmen einer Fallstudie überprüft (vgl. Kapitel 2.5). Daher kann

den im Rahmen des Förderkonzeptes anzufertigenden Zeichnungen ein ähnliches Potenzial zugesprochen werden. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, dass diese Darstellungsform als Alternative zu einer rein sprachlichen Abfassung Schülerinnen und Schülern mit erheblichen sprachlichen Defiziten die Teilhabe am Austausch über naturwissenschaftliche Phänomene ermöglicht. Folglich wird das Lernangebot von den befragten Lehrenden als bereichernd wahrgenommen, wie in diesem Kommentar deutlich wird.

„Das Anfertigen von Zeichnungen zur Beobachtung finde ich für unsere Schülerklientel eine gute Alternative, da viele schriftsprachlich schwach sind. Die Schüler schreiben zu lassen, kostet oft viel Zeit und führt nicht immer zu den gewünschten Ergebnissen“ (Fragebogen L144).

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, wird das Anwenden der Fachbegriffe unter anderem durch das Beschriften der Abbildungen der Versuchsanleitung eingeübt (vgl. Kapitel 5.5.2). Um die Fachbegriffe ein weiteres Mal anzuwenden, wird diese Lernaufgabe für die Zeichnungen zur Beobachtung übernommen. Auf diese Weise kann die von Leisen (2010) empfohlene Verknüpfung von bildlicher und schriftsprachlicher Darstellung erfolgen. Diese Übung wird von den befragten Lehrkräften auf die Frage hin, welche Aspekte des Förderkonzeptes sie als geeignet einschätzen, positiv hervorgehoben.

„Das Beschriften der eigenen Zeichnungen gefällt mir besonders gut“ (Fragebogen L144).

Andere Lehrpersonen merken an dieser Stelle lediglich kritisch an, dass für das Beschriften der Zeichnungen nicht genügend Platz eingeräumt wird und die Zeichnungen dadurch weniger übersichtlich werden.

„Ebenfalls wird durch die Beschriftung der einzelnen Geräte die Abbildung sehr unübersichtlich“ (Fragebogen L105).

Als logische Konsequenz auf die geäußerte Kritik wird mehr Platz für das Beschriften eingeplant, sodass die Aufgabenstellung zum Erreichen der verfolgten Förderziele tatsächlich beitragen kann.

Auch wenn den Schülerinnen und Schülern die zeichnerische Darstellung der Beobachtungen aufgrund der sprachlichen Herausforderungen leichter fallen mag, handelt es sich, wie zuvor erwähnt, auch beim Anfertigen einer Zeichnung um eine komplexe Aufgabe, die nach Angaben der kooperierenden Lehrkräfte eingeführt und geübt werden sollte. Um die

Bearbeitung der Lernaufgabe zu unterstützen, werden den Lernenden Vorschläge zum Beschriften der Zeichnungen gegeben, an denen sie sich orientieren können (vgl. Abb. 5.14).

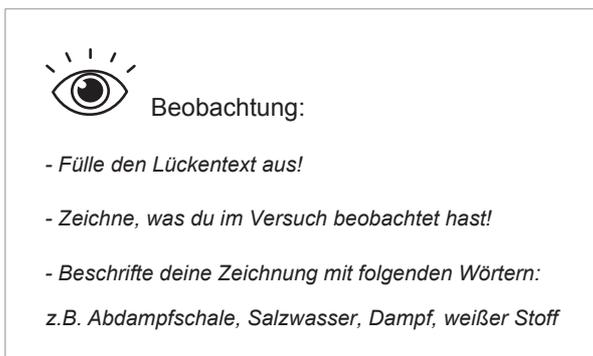


Abb. 5.14: Hinweise zur Beschriftung der Zeichnungen zur Beobachtung

Auf Anregung einer Lehrkraft wurden diese Änderungen während der praktischen Erprobung vorgenommen. Die Hinweise zielen darauf ab, die Schülerinnen und Schüler dabei zu unterstützen, sich auf die wesentlichen Elemente zu beschränken und auf die Identifikation der zentralen Aspekte zu konzentrieren, was von den befragten Lehrenden bestätigt wird.

„[Die] Unterstützung durch Zeichnungen (die vorgegebenen Wörter für die Beschriftung helfen den Schülern, sich auf die wesentlichen Dinge zu beschränken)“ (Fragebogen L119).

Außerdem sind die Aufgabenstellungen zur Dokumentation der Beobachtungen mit drei Kästchen versehen (vgl. Abb. 5.14), in denen die Schülerinnen und Schüler die Versuchereignisse ausführlich darstellen sollen. Der Grund für die Einführung dieser Strukturierungshilfe ist die Annahme der kooperierenden Lehrkräfte, dass die Darstellung ohne Vorgabe möglicherweise wenig differenziert und unübersichtlich erfolgen könnte. Dass dieses Vorgehen gewinnbringend sein kann, wird auch durch eine Lehrperson bestätigt, die hervorhebt, dass die Schülerinnen und Schüler so möglicherweise zu detaillierteren und differenzierteren Beschreibungen kommen.

„Gut finde ich auch, dass das Anfertigen der eigenen Zeichnungen durch die Kästchen strukturiert wird. Das ist ein guter Einfall. So können die Schüler die Beobachtung differenziert und detaillierter darstellen“ (Fragebogen L191).

Weiterhin soll diese Vorgabe, ähnlich wie die vorgegebenen Panels bei der Chemie-Foto-Story (vgl. Prechtl 2005), das prozessorientierte Dokumentieren der Versuchereignisse

unterstreichen, was im ergebnisorientierten Versuchsprotokoll selten zum Tragen kommt (vgl. Tomcin & Reiners 2009, S. 6). Ferner wird durch diese Form der Strukturierung das Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge geschult, das für die korrekte Wiedergabe der Versuchsergebnisse erforderlich ist. So können die Schülerinnen und Schüler die Lösungsvorgänge detailliert darstellen, in denen sich Zucker bzw. Salz lösen und nach kurzer Zeit auf der makroskopischen Ebene nicht mehr wahrnehmbar sind. Ebenfalls ist es auf diese Weise möglich, die Vorgänge des Eindampfens zur Stofftrennung darzustellen, bei denen die Lösungen über dem Gasbrenner erhitzt werden, sodass das Wasser allmählich verdampft und letztlich nur der zuvor gelöste Stoff in der Apparatur zurückbleibt.

Zusätzlich bearbeiten die Schülerinnen und Schüler ein geschlossenes bzw. halboffenes Aufgabenformat, um ihre Beobachtungen auch schriftsprachlich zu dokumentieren. Für die Bearbeitung der Lernaufgaben stehen Lernkarten zur Verfügung, in denen Vorschläge für die einzusetzenden Wörter und zur Formulierung der Sätze enthalten sind. Nachdem die Lernenden die Versuchsbeobachtung schriftsprachlich formuliert haben, besteht die Möglichkeit, ihre Ergebnisse und Formulierungen anhand weiterer Lernkarten zu überprüfen (vgl. Abb. 5.15).

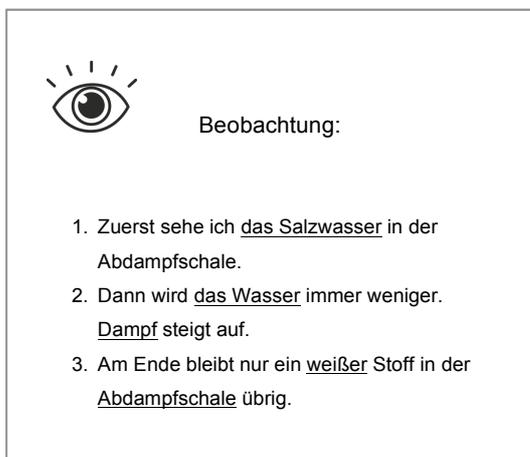


Abb. 5.15: Lösungsbeispiel zur Beobachtung zur eigenständigen Kontrolle durch die Lernenden

Die Auseinandersetzung mit den ausformulierten Lösungsbeispielen zielt darauf ab, den Lernenden die für die Textsorte „Versuchsprotokoll“ typischen syntaktischen Strukturen einprägsam beizubringen. Durch den Einsatz der Lernkarten sollen die Schülerinnen und Schüler dem individuellen Lerntempo entsprechend zum selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten motiviert werden (vgl. Wodzinski, Hänze & Stäudel 2006, S. 28f.), was sich vor allem in heterogenen Lerngruppen anbietet. Mit den Aufgabenstellungen wird

hauptsächlich bezweckt, die zeichnerische und schriftsprachliche Darstellungsebene zur Dokumentation der Beobachtungen zu verknüpfen. Um diese Verbindung deutlich hervorzuheben, werden die formulierten Sätze und die Zeichnungen mit Nummern versehen. In der Regel werden im Anschluss an die erfolgreiche Bearbeitung der Schreibaufgabe die Zeichnungen angefertigt, die sich einerseits auf die konkreten Beobachtungen der Lernenden und andererseits auf die formulierten Sätze beziehen. Diese Verbindung wurde auf Anraten der kooperierenden Lehrenden hergestellt, um die Schülerinnen und Schüler zum Schreiben zu motivieren und um eine weitere Strukturierungshilfe zu geben. Ferner ist es denkbar, dass die Lernenden die Lernhilfen umgekehrt nutzen und auf Grundlage der angefertigten nicht-linearen Texte wiederum einen linearen Text produzieren. Diese Vorüberlegungen sind in Anlehnung an das Prinzip zum „Wechsel der Darstellungsformen“ entstanden (vgl. Prediger & Wessels 2012).

„Bei der Überführung in andere Darstellungsformen findet das eigentliche Textverständnis statt. Das zwingt die Lernenden dazu, von einer anderen Seite an den Text heranzugehen“ (Leisen 2004, S. 19).

Zudem weisen die zur Dokumentation der Beobachtungen eingesetzten Maßnahmen gewisse Bezüge zu den von Leisen (2010) (weiter-)entwickelten Methodenwerkzeugen *Bildsequenz* bzw. *Bildergeschichte* auf. Dabei werden Lernende durch eine Abfolge von Bildern zur Textproduktion angeregt oder erhalten die Aufgabe, die entsprechenden Abbildungen auf Basis eines Textes selbst zu gestalten. Diese Methodenwerkzeuge „kombinieren Abbildungen und Texte, um fachliche Abläufe, Anordnungen und Zusammenhänge zu veranschaulichen. [Sie] trainieren die Einhaltung der zeitlichen und logischen Reihenfolge von Ereignissen [und] sind geeignet, um naturwissenschaftliche Vorgänge [...] unter Benutzung fachsprachlicher Begriffe zu beschreiben“ (ebd. 2010, S. 42). Damit wird das zielgerichtete Beobachten als konstitutives Element naturwissenschaftlichen Arbeitens hervorgehoben und mit dem Anwenden von Fachbegriffen verknüpft.

Das didaktische Potenzial der Verknüpfung der Darstellungsform wurde bereits zur Förderung von Schülerinnen und Schülern mit geringeren sprachlichen Fähigkeiten im Hinblick auf das Anfertigen von Comics hervorgehoben.

„Weil Comics, anders als rein schriftliche Texte, über zwei Kanäle kommunizieren, nämlich über den verbalen und den grafisch-ikonischen, können sie [...] helfen, die

inhaltlichen Schranken zu überwinden, die durch begrenzte Sprachkenntnisse noch gesetzt sind“ (Gubesch & Schüwer 2005, S. 18).

Ferner erweist sich der Einsatz verschiedener Darstellungsformen hinsichtlich der generellen Unterschiede in den Lernstilen von Schülerinnen und Schülern (vgl. Schüwer 2005, S. 2ff.) und der Diversität der teilnehmenden Lerngruppe als sinnvoll.

5.5.4 Erklären von Beobachtungen

Um die Beobachtungen eines durchgeführten Versuchs deuten zu können, ist die Zuhilfenahme eines geeigneten Modells erforderlich. Modelle stellen neben dem Experiment zweifelsohne die Quellen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung dar, sodass ihnen im Unterricht traditionellerweise eine zentrale Stellung eingeräumt wird. Da das Experiment und die damit gemachten Erfahrungen streng genommen erst unter Berücksichtigung des entsprechenden Modells zur tatsächlichen Erkenntnisgewinnung führen, ist das Hervorheben der vorliegenden Wechselbeziehung im Chemieunterricht zentral. Dass die Einbeziehung der submikroskopischen Repräsentationsebene allerdings mit einer Reihe von Verstehensproblemen aufseiten der Lernenden verbunden ist, konnte in der fachdidaktischen Literatur bereits ausführlich dokumentiert werden (vgl. Kapitel 2.1.1).

Die Herausforderungen, die sich für die Lehrkräfte in der sprachlichen Vermittlung und für die Lernenden der betreffenden Zielgruppe im Verstehen und Anwenden von Modellen im Chemieunterricht ergeben, konnten bereits durch die Untersuchungen im Rahmen der ersten Projektphase herausgestellt und erläutert werden (vgl. Kapitel 4.4.2). Demzufolge kann auch die Interpretation der durchgeführten Versuche nicht auf rein schriftsprachlicher Ebene erfolgen, wie es in einem klassischen Versuchsprotokoll üblich ist (vgl. Moll 2003, S. 71ff.). Um für die Lernenden den Übergang von der makroskopischen zur submikroskopischen Betrachtungsweise zu gestalten, sollen Maßnahmen zur Visualisierung und Strukturierung zum Einsatz kommen.

Die partizipierenden Lehrkräften heben den Einsatz von Sachmodellen und Zeichnungen zur Visualisierung der Lerninhalte besonders hervor, da, wie bereits erwähnt, der Anschauung im Unterricht mit hörgeschädigten Lernenden eine besondere Rolle zukommt. Im Allgemeinen zielt das Nutzen von Sachmodellen darauf ab, abstrakte Denkmodelle, mit denen in der Chemie umgegangen wird, zu veranschaulichen. Weiterhin können konkrete

Anschauungsmodelle im Unterricht eingesetzt werden, um die Entwicklung von abstrakten Denkmodellen aufseiten der Schülerinnen und Schüler anzuregen. Um die Erklärungsansätze bzw. die entwickelten Denkmodelle darstellen und konkretisieren zu können, wird erneut auf die zeichnerische Darstellungsebene zurückgegriffen, die ebenfalls zur Dokumentation der Beobachtungen eingesetzt wird.

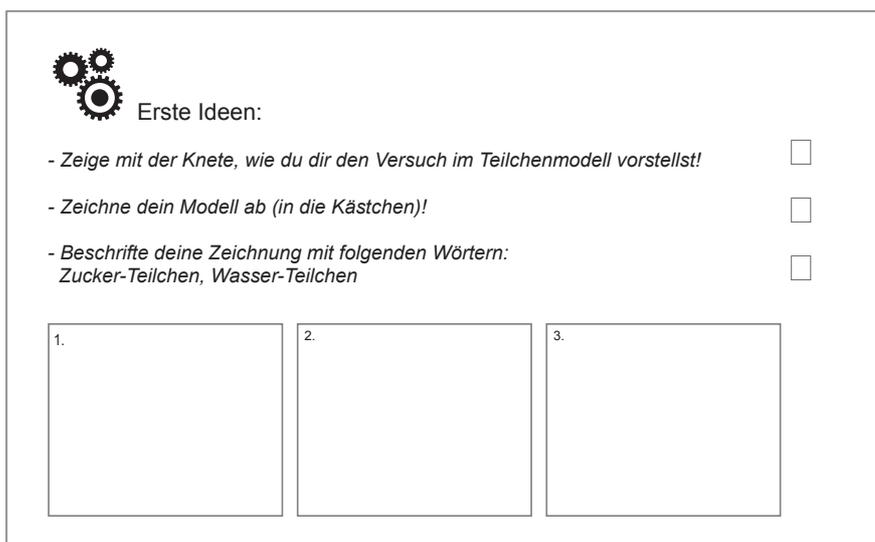
„Due to abstract nature of many science principles [...] graphical representations can play a powerful role in illustrating and explicating science to novices by making concepts more concrete through the use of visual examples“ (Coleman, McTigue & Smolkin 2011, S. 615).

Auf diese Weise erhalten die Lernenden die Möglichkeit, ihre Erklärungsansätze überwiegend nicht-sprachlich auszudrücken. Weiterhin erlauben die Resultate differenzierte Einblicke in die Entwicklung der diskontinuierlichen Vorstellungen der Lernenden. Da nicht vorausgesetzt werden kann, dass die Lernenden die notwendige Trennung zwischen Beobachtung und Deutung (vgl. Witteck & Eilks 2004, S. 54) auf Anhieb eigenständig vollziehen können, werden ihnen zur Strukturierung der Lernsituation gestufte Lernhilfen angeboten. Durch die „organisierte Ermöglichung von Situationen des Lehrens und Lernens“ (Kiel 2008, S. 21) soll der Wechsel der Repräsentationsebenen der Chemie unterstützt werden. Zudem wird zur Anregung der schriftsprachlichen Fähigkeiten ähnlich wie zur Dokumentation der Beobachtungen erneut auf eine enge Verknüpfung zeichnerischer und schriftsprachlicher Darstellungen mithilfe verschiedener Aufgabenformate gesetzt. Die Maßnahmen, die zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage eingesetzt werden, sind in Tabelle 5.5 zusammengefasst.

Tab. 5.5: Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Nutzen von abstrakten Modellen

Förderziel	Umsetzung im Förderkonzept
Erklären von Beobachtungen	<ul style="list-style-type: none"> - Formulierung erster Ideen - Modellierungsaufgabe mit Knete - Einsatz gestufter Lernhilfen - Zeichnerische Darstellung der Erklärung - Beschriften der Zeichnungen - Hinweise zur Beschriftung - Vorgabe von drei Zeichnungen - Aufgaben zur Erklärung - Lernhilfen zur Bearbeitung und Überprüfung der Aufgaben

Nachdem das Teilchenmodell durch die Lehrperson eingeführt wurde, erhalten die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, ihre Beobachtungen erstmals zu erklären und darzustellen. Um die Lernenden an diese Aufgabenstellung und Betrachtungsweise heranzuführen, wird als zusätzlicher Arbeitsschritt die Formulierung erster Ideen im Protokoll ergänzt, die der tatsächlichen Deutung vorangestellt ist. Die genannte Aufgabenstellung ist mit dem Symbol der Zahnräder (einsetzende Denkprozesse) gekennzeichnet und kann als Vorbereitung zur eigentlichen Deutung aufgefasst werden. Der Arbeitsschritt zielt darauf ab festzustellen, ob die Lernenden in der Lage sind, ihr neu erworbenes Wissen zum Teilchenmodell zur Deutung der Versuchsvorgänge zu nutzen (vgl. Abb. 5.16).



Erste Ideen:

- Zeige mit der Knete, wie du dir den Versuch im Teilchenmodell vorstellst!
- Zeichne dein Modell ab (in die Kästchen)!
- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern:
Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen

1.

2.

3.

Abb. 5.16: Aufgabenstellung zu den ersten Ideen

Zur Unterstützung dieses Prozesses erhalten die Lernenden durch die Aufgabenstellung „Zeige mit der Knete, wie du dir den Versuch im Teilchenmodell vorstellst“, die Aufforderung, die Versuchsvorgänge mithilfe eines eigenständig angefertigten Sachmodells darzustellen.

„The concrete model is used in chemistry to make the sub-microscopic visible“ (Gilbert 2013, S. 135).

Sachmodelle können die Lernenden insofern unterstützen, als dass neben den konkreten Versuchsmaterialien (Original) auch konkrete Modelle (Anschauungsmodelle) zur Veranschaulichung zur Verfügung stehen, mit denen die abstrakten, sich entwickelnden Modellvorstellungen (Denkmodelle) veranschaulicht werden können (vgl. Kapitel 2.1.1). Der Einsatz von Knetmasse wird hier dem Nutzen herkömmlicher Sachmodelle vorgezogen, da

aus den Ergebnissen der ersten Projektphase und aus einer Studie von Wagner & Bader (2006a) bekannt ist, dass an Förderschulen vermutlich aufgrund der hohen finanziellen Belastung kaum Sachmodelle bereit stehen (vgl. Kapitel 4.4.2). In der Knetmasse wurde für diese Zwecke eine kostengünstige Alternative gefunden.

Nachdem die Lernenden die Versuchsvorgänge mit der Knetmasse dargestellt haben, gilt es, ihre Ergebnisse auf die zeichnerische Darstellungsebene zu übertragen. Die Aufgabenstellung zum eigenständigen Modellieren wird von den kooperierenden und befragten Lehrenden als geeignete Visualisierungshilfe wahrgenommen.

„Visualisierung durch Skizzen und Knetmodell sind sehr sinnvoll“ (Fragebogen L37).

Kritisch wird lediglich angemerkt, dass das eigenständige Modellieren viel Unterrichtszeit in Anspruch nimmt und diese Aufgabenstellung mit dem Ziel der zeitlichen Entlastung weiter vorstrukturiert werden könnte.

„Je nach Leistungsfähigkeit der Gruppe scheint mir der Zeitaufwand ggf. zu groß. Das Modell aus Knete könnte man auch vorbereiten und nicht durch Schüler erstellen lassen“ (Fragebogen L107).

Auch wenn das Modellieren zweifelsohne einige Zeit benötigt, wird dadurch eine Reihe von Mehrwerten erzielt, die in einer stärker strukturierten Lernumgebung ansonsten nicht erreicht werden können. Durch die mit der Aufgabenstellung verbundene Eigentätigkeit des Modellierens und Zeichnens werden die Schülerinnen und Schüler stärker dazu angeregt, eigene Denkmodelle zu entwickeln. Ferner weisen andere Lehrkräfte explizit darauf hin, dass die Lernenden durch die Aufgabenstellung die Möglichkeit haben, Ideen zu entwickeln und darzustellen, bevor durch die Lehrperson korrigierend eingegriffen wird.

„Besonders gut finde ich den Punkt ‚Erste Ideen‘ zwischen Beobachtung und Erklärung, weil die SuS hier gut selbstständig eigene Ideen entwickeln u. in kooperativer Form austauschen können, bevor der Lehrer die Erklärung anbietet“ (Fragebogen L139).

„Das eigenständige Kneten finde ich toll, da so die Modellvorstellung geschult werden kann. Oft ist es doch so, dass man es den Schüler zu sehr ‚vorkaut‘ und sie es trotzdem nicht richtig verstehen“ (Fragebogen 144).

Auch im Hinblick auf die von Johnstone (2010) geäußerte Kritik, dass Schülerinnen und Schüler häufig nicht ausreichend Zeit und Unterstützung erhalten, um einen kompetenten Umgang mit den Repräsentationsebenen der Chemie zu erlernen, wird diese Vorgehensweise beibehalten und erst nach diesem Arbeitsschritt eine weitere Strukturierung und Anleitung zur Vertiefung der diskontinuierlichen Vorstellungen gegeben.

Nach der Formulierung ihrer Ideen erhalten die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, die Versuchsergebnisse im Teilchenmodell ergebnisorientiert darzustellen. Dieser Arbeitsschritt wird durch das Piktogramm der Glühbirne verdeutlicht, die Ergebnisse und das Gelernte repräsentieren soll. Zur weiteren Bearbeitung der Aufgabenstellung werden den Schülerinnen und Schülern gestufte Lernhilfen zur Verfügung gestellt, welche sie für die Vertiefung der diskontinuierlichen Vorstellungen und zur schriftsprachlichen Darstellung nutzen können. Die gestuften Lernhilfen enthalten in der Regel Impulse zur Aktivierung des Vorwissens sowie weitere Hinweise zur Strukturierung und Bearbeitung der Aufgabenstellungen (vgl. Stäudel, Franke-Braun & Schmidt-Weigang 2007, S. 115ff.).

„Eine komplexe Fragestellung [...] wird mit Hilfen versehen, die schrittweise zur Entwicklung der Lösung benutzt werden können. Die Aufgaben sollen dabei so konzipiert sein, dass leistungsstärkere Lerngruppen sie auch ohne Hilfen lösen können“ (Stäudel 2009, S. 72).

Der Einsatz gestufter Lernhilfen erweist sich auch hinsichtlich der Diversität der betreffenden Lerngruppe als besonders sinnvoll, da sich die Lernenden aufgrund des unterschiedlichen Entwicklungsniveaus in der Regel deutlich in ihren Arbeitsweisen und Arbeitstempi unterscheiden. Diese Unterschiede werden keinesfalls als defizitär angesehen, sondern sind durch Mittel der inneren Differenzierung zu begegnen (vgl. Trautmann & Wischer 2007, S. 44, Saalfrank 2008, S. 87ff.). Beispielsweise können leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler auf den Einsatz der Lernhilfen verzichten, während schwächere Lernende von diesen jederzeit Gebrauch machen können. Die zusätzlichen Impulse sind aus Sicht der kooperierenden Lehrkräfte deshalb besonders wertvoll, da die Schülerinnen und Schüler je nach Leistungsvermögen und Vorhandensein eines zusätzlichen Förderschwerpunktes (z.B. im Bereich Lernen) nicht immer in der Lage sind, entsprechende metakognitive Strategien abzurufen und für die Bearbeitung von Lernaufgaben zu nutzen (vgl. Borchert 2007, S. 228). Weiterhin kann durch die Berücksichtigung der inneren Differenzierung als zentrales Unterrichtsprinzip auch in inklusiven Lernumgebungen eine gemeinsame Lernsituation in Anlehnung an das „Lernen am gemeinsamen Gegenstand“ (Feuser 1989, S. 29) erfolgen,

welches das zentrale Element der *entwicklungslogischen Didaktik* der Integrationspädagogik Feusers darstellt. Um bei den Lernenden neben (zu erwartenden) fachlich-kognitiven Herausforderungen keine sprachlichen Verstehensprobleme zu provozieren, werden bei der Gestaltung der gestuften Lernhilfen erneut die Richtlinien der leichten Sprache berücksichtigt (vgl. Kapitel 5.5.2). Auf diese Weise wird neben der fachlichen Dimension (z.B. Analyse der Sachstruktur zur Feststellung möglicher Verstehensprobleme) eine sprachliche Dimension (Analyse möglicher Sprachprobleme) in die Unterrichtsplanung integriert (vgl. Thürmann 2011, S. 11). Weiterhin soll durch die Auseinandersetzung mit den gestuften Lernhilfen die Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler angeregt werden.

Die zentralen Aspekte des Teilchenmodells sind in einer Lernkarte zusammengefasst, die den Schülerinnen und Schülern bereits aus den vorbereitenden Unterrichtsgesprächen bekannt ist und sich unmittelbar darauf bezieht. Sollten bei den Schülerinnen und Schülern im Hinblick auf die angesprochene Thematik noch einige Unsicherheiten vorliegen, besteht durch die Zuhilfenahme der Lernkarte die Möglichkeit, die Unterrichtsinhalte selbstständig zu wiederholen (vgl. Abb. 5.17).

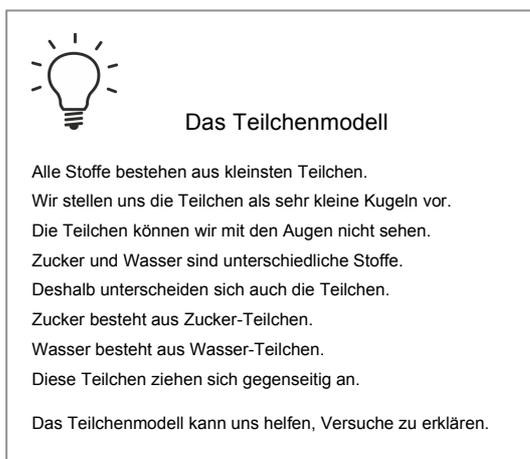


Abb. 5.17: Zusammenfassung der Informationen zum Teilchenmodell

Es sei darauf hingewiesen, dass den dargestellten Lernhilfen wie auch der gesamten Unterrichtseinheit die Definition des Teilchens als Sammelbegriff für Moleküle, Atome und Ionen zugrunde gelegt ist. Demzufolge ist der Teilchenbegriff auch für Moleküle wie Wasser (Wasser-Teilchen) und Zucker (Zucker-Teilchen) zulässig (vgl. Kapitel 5.4.2).

Die an dieser Stelle exemplarisch vorgestellten Lernhilfen beziehen sich auf den Lösungsvorgang von Zucker in Wasser. In der Aufgabenstellung zur Erklärung „Zeichne unsere

Ergebnisse im Teilchenmodell“ soll nun der Lösungsvorgang auf der Teilchenebene rekonstruiert werden. Die Zeichnungen werden analog zu den vorherigen Aufgabenstellungen in drei vorgegebenen Kästchen angefertigt, wobei die Darstellungen idealerweise mit den Vorgängen der makroskopischen Beschreibung korrespondieren sollen.

Mit den ersten beiden Lernkarten werden die Schülerinnen und Schüler explizit dazu ange-regt, sich die beim Versuch eingesetzten Stoffe als Teilchen vorzustellen und als solche darzustellen. Dabei wird so vorgegangen, dass zunächst der makroskopische Vorgang (das Vorhandensein des Wassers im Becherglas/die Zugabe des Zuckers) beschrieben und an-schließend die Teilchenebene explizit angesprochen wird. Diese Beschreibungen sind ge-trennt voneinander in den ersten beiden Lernkarten abgebildet. Weiterhin werden die Ler-nenden dazu aufgefordert, ihre Vorstellungen zeichnerisch in das erste Kästchen einzutragen. Auf diese Weise wird eine direkte Verknüpfung zwischen dem durchgeführten Ver-such und den Arbeitsmaterialien der Lernenden hergestellt (vgl. Abb. 5.18 und 5.19).

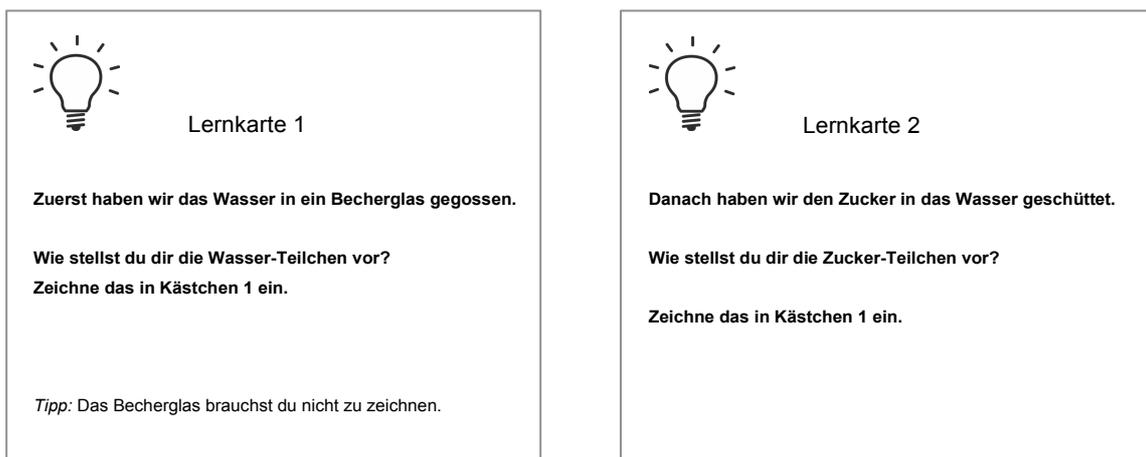


Abb. 5.18 und 5.19: Gestufte Lernhilfen 1 und 2

Aufgrund konkreter Erfahrungen durch die praktischen Erprobungen wurde in der ersten Lernkarte nachträglich der Hinweis ergänzt, dass beim Zeichnen der Teilchenvorstellungen die Darstellung der Versuchsanordnung, in diesem Fall das Becherglas, nicht erforderlich ist. Dieser Hinweis soll die Lernenden daran erinnern, dass die Trennung zwischen der makroskopischen und submikroskopischen Ebene notwendig ist, die in der praktischen Erprobung nicht immer eingehalten wurde. Allerdings ist zu beachten, dass eine fehlende Trennung der Repräsentationsebenen keine für diese Zielgruppe typische Fehlvorstellung darstellt, sondern sich diese fachlichen Mängel auch in zahlreichen Lehrwerken wiederfinden (vgl. Steffensky, Parchmann & Schmidt 2005, S. 274f.). Da diese Auffassungen häufig

auf diese Weise entstehen, erscheint die Bezeichnung „hausgemachte Fehlvorstellungen“ (Barke 2006, S. 25) zutreffend.

In den nächsten beiden Lernkarten wird erneut auf die makroskopischen Vorgänge hingewiesen (der immer feiner werdende Zucker, der schlussendlich nicht mehr zu sehen ist) und angemerkt, dass die gleichmäßige Verteilung der Teilchen begonnen hat bzw. vollendet ist. Diese Ereignisse werden mit den Anziehungskräften begründet, die zwischen den jeweiligen Komponenten vorliegen. Schließlich sollen auch diese Ereignisse auf die Teilchenebene übertragen werden, die dann in den Kästchen 2 und 3 im Arbeitsblatt darzustellen sind. Bereits durch die bei den Lernhilfen eingesetzte Wortwahl wird deutlich, dass ein Wechsel in der Betrachtungsebene hervorgerufen werden soll (vgl. Abb. 5.20 und 5.21).

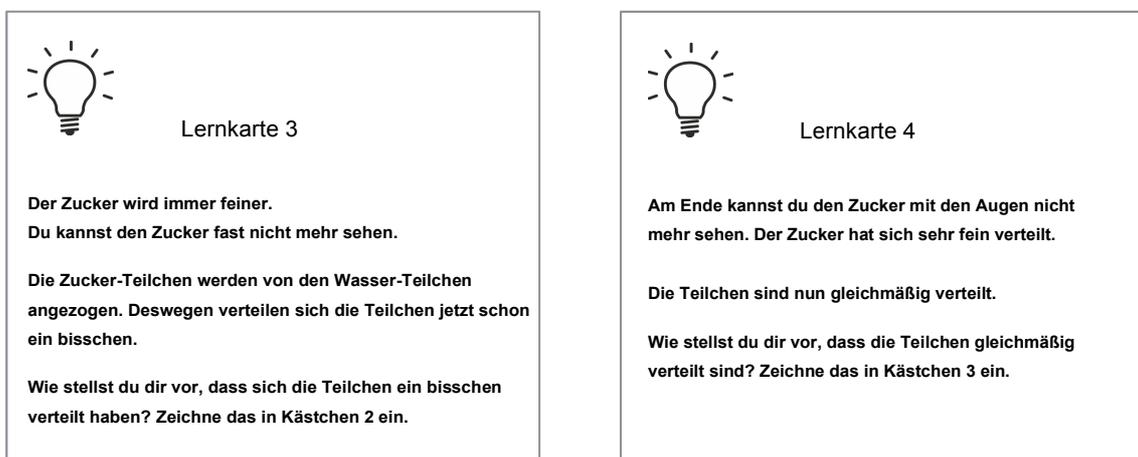


Abb. 5.20 und 5.21: Gestufte Lernhilfen 3 und 4

Das Bereitstellen dieser Lernhilfen, mit denen die Lernenden schrittweise zur Deutung hingeführt werden, wird auch von den Lehrkräften positiv bewertet. Eine Lehrperson äußert den Wunsch, die Lernhilfen durch Visualisierungen weiter zu unterstützen, wie in dem nachfolgenden Beispiel deutlich wird.

„Das mit den Lernkarten zum Teilchenmodell ist ne gute Idee, die Schüler schrittweise hinzuführen. Vielleicht könnten die Karten noch durch Darstellungen ergänzt werden? Das könnte das Entwickeln der Vorstellungen noch weiter unterstützen“ (Fragebogen L191).

Die Empfehlung, die gestuften Lernhilfen durch weitere Visualisierungen zu unterstützen, erscheint gemessen an den Bedürfnissen und Herausforderungen der betreffenden Ziel-

gruppe auf den ersten Blick als sinnvolle Ergänzung. Da mit den Lernhilfen jedoch das Ziel verfolgt wird, die Schülerinnen und Schüler beim Entwickeln eigener Modellvorstellungen anzuregen, erscheint eine Visualisierung an dieser Stelle als ein zu starker Eingriff in die Verstehensprozesse. Daher wird von weiteren Visualisierungshilfen abgesehen, die den Zielen des Förderkonzeptes widersprechen würden.

Analog zur Dokumentation der Beobachtung erfolgt auch die Darstellung der Versuchserklärung in drei Schritten, womit das Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge erneut in den Blick genommen wird. Weiterhin lässt die damit verbundene intensive Auseinandersetzung mit dem Teilchenmodell auf eine differenzierte Darstellung der Ergebnisse hoffen (vgl. Abb. 5.23).

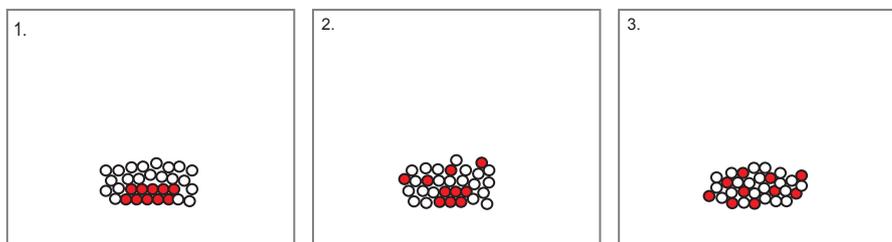


Abb. 5.22: Darstellung der Versuchsdeutung im Teilchenmodell

Für die zeichnerische Darstellung der Versuchsdeutung auf der Teilchenebene wird durch Beschriftungen der Zeichnungen und den Einsatz verschiedener Aufgabentypen erneut auf eine Verknüpfung bildlicher und schriftsprachlicher Elemente gesetzt (vgl. Kapitel 5.5.3). So werden den Schülerinnen und Schülern wie beim Beschriften der Zeichnungen zur Beobachtungen einige relevante Begriffe zur Unterstützung an die Hand gegeben. An dieser Stelle geht es zusätzlich darum, durch die Vorgabe der Begriffe „Zucker-Teilchen“ oder „Wasser-Teilchen“ den Wechsel der Betrachtungsebene auch sprachlich zu verdeutlichen und die Lernenden dabei zu unterstützen, sich in ihren Darstellungen auf die relevanten Elemente zu beschränken. Schließlich werden die Versuchsergebnisse schriftsprachlich unter Verwendung der relevanten Fachbegriffe zusammengefasst (vgl. Abb. 5.23).

Der Zucker hat sich im Wasser ge _ _ _ _ _ .
Es entsteht _____ .
Wie nennen wir das?

Wasser
 Lösung
 Zucker

Abb. 5.23: Aufgabe zur Zusammenfassung der Versuchsergebnisse

Dabei werden die Präfixe der relevanten Verben (ge-löst, ver-dampft) zur Unterstützung vorgegeben (vgl. Reber & Schönauer-Schneider 2014, S. 38f.) Aus den Ergebnissen der Multiple-Choice-Aufgabe kann entnommen werden, ob die Schülerinnen und Schüler zu den fachlich angemessenen Ergebnissen kommen oder ob beispielsweise Vernichtungsvorstellungen vorliegen (vgl. Barke & Harsch 2012). Im Verlauf der Untersuchung soll die Zusammenfassung der Ergebnisse im Sinne des Prinzips des Scaffolding allerdings selbstständiger formuliert werden. Zur Überprüfung der Ergebnisse stehen den Lernenden dafür vorgesehenen Lernkarten zur Verfügung.

Es kann festgehalten werden, dass die partizipierenden Lehrkräfte die Elemente des Förderkonzeptes für geeignet halten, um Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung an die Fähigkeiten heranzuführen, die als konkrete Förderziele formuliert wurden. Der folgende Kommentar stellt nur ein Beispiel der zahlreichen positiven Rückmeldungen dar.

„Sie eignen sich gut, um die naturwissenschaftliche Arbeitsweise den SuS klar zu machen [...] Es können sich grundlegende Vorstellungen festsetzen“ (Fragebogen L105).

Ob die Konzeption tatsächlich zum Erreichen der gesteckten Ziele beiträgt, wird anhand der Ergebnisse der praktischen Erprobung entschieden.

5.6 Reflexion zur Entwicklung des Förderkonzeptes

Die Entwicklung des dargestellten Förderkonzeptes erfolgte auf Grundlage der ermittelten Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung im Chemieunterricht sowie auf den konkreten Lernvoraussetzungen der Lerngruppen, die an der prakti-

schen Erprobung der Maßnahmen teilgenommen haben. Die Fördermaßnahmen sollen dazu beitragen, die Lernenden im Anwenden von Fachbegriffen, im Beschreiben und Erklären von Beobachtungen zu befähigen.

Aufgrund des veränderten sprachlichen Zugangs von Menschen mit Hörschädigung kann das Nachvollziehen und Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie das Einführen von Fachbegriffen jedoch nicht ausschließlich auf laut- und schriftsprachlicher Ebene erfolgen. Daher wurden neben Maßnahmen zur Unterstützung der sprachlichen Mittel Visualisierung und Strukturierung als unterrichtsleitende Prinzipien ausgewählt und zur Entwicklung konkreter Lehr- und Lernmaterialien zum Lerninhalt „Löslichkeitskonzept“ eingesetzt. Die Hinweise der Lehrkräfte (vgl. Kapitel 4.4.4) und die geschilderten Herausforderungen der Lerngruppe (vgl. Kapitel 5.4) berücksichtigend, sollte bei der Beurteilung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler keine zu starke Fokussierung auf die orthografische und grammatikalische Korrektheit, sondern stattdessen auf den sachgemäßen Gebrauch der Fachtermini gelegt werden. Ferner werden im Förderkonzept durch das Anfertigen von Zeichnungen und dem Nutzen von Sachmodellen weitere Darstellungsformen und Wahrnehmungskanäle genutzt, um den Bedürfnissen der angesprochenen Zielgruppe gerecht zu werden.

Für die Entwicklung des Förderkonzeptes hat sich die Forschungsmethode der partizipativen Aktionsforschung als besonders wertvoll erwiesen. Durch den engen Austausch mit den teilnehmenden Lehrkräften, durch die Anmerkungen der befragten Lehrenden der verschiedenen Förderschulformen und die Erfahrungen der Erprobung konnten die entwickelten Ansätze auf ihren unterrichtspraktischen Nutzen hin überprüft und optimiert werden. Zu den während der praktischen Erprobungen vorgenommenen konkreten Änderungen des Konzeptes zählen unter anderem die Formulierung der Versuchsanleitungen und Aufgabenstellungen, die Ergänzung der Kästchen zum Abhaken der erfolgreich bearbeiteten Arbeitsschritte, die Hinweise zur Beschriftung der Zeichnungen sowie die Abwendung von unterschiedlich anspruchsvollen Aufgabenstellungen hin zum Bereitstellen von Lernhilfen, die von den Lernenden bei Bedarf herangezogen werden können. Grundlegende inhaltliche Veränderungen der Aufgaben wurden jedoch nicht vorgenommen.

Da an Förderschulen für Hörgeschädigte wie auch in der teilnehmenden Lerngruppe zahlreiche Schülerinnen und Schüler weitere Förderschwerpunkte und Störungen aufweisen (z.B. Lernen, ADHS) und aufgrund ihrer Mehrsprachigkeit einen sprachlichen Förderbe-

darf zeigen, konnte die Weiterentwicklung des Förderkonzeptes durch die interdisziplinäre Perspektive der Fragebogenuntersuchung bereichert werden.

Ob die formulierten Forschungsfragen durch das entwickelte Förderkonzept beantwortet werden können, kann nur auf Grundlage der praktischen Erfahrungen an Förderschulen für Hörgeschädigte entschieden werden. Die Ergebnisse dieser Erprobungsphase sollen im Folgenden vorgestellt werden (vgl. Kapitel 6).

6 Einsatz des Förderkonzeptes an Förderschulen für Hörgeschädigte

Im Anschluss an die Darstellung des Förderkonzeptes wird im vorliegenden Kapitel der Fokus auf die praktische Erprobung gelegt, die maßgeblich zur Entwicklung der Maßnahmen beigetragen hat. Auf Grundlage der Daten, die in den Erprobungsphasen gewonnen wurden, soll beurteilt werden, ob die gesteckten Forschungsziele durch die Konzeption erreicht werden konnten.

6.1 Ziele der praktischen Erprobung

Im Hinblick auf die aktuellen Veränderungen im deutschen Bildungssystem, die eine Zuwendung zur inklusiven Beschulung zur Folge haben, ergeben sich für Lehrende im Chemieunterricht neue didaktische Herausforderungen. So sind diese (künftig) dazu angehalten, Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler mit und ohne Förderbedarf zu gestalten und zum Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung aller beizutragen (vgl. Kapitel 2). Aus den Ergebnissen der durchgeführten Studie im Rahmen der ersten Projektphase ist bekannt, dass hörgeschädigte Lernende häufig Unterstützung im Anwenden von Fachbegriffen sowie im Beschreiben und Erklären von Experimenten benötigen. Diese Lernschwierigkeiten werden insbesondere durch das geringe Alltagswissen und durch die sprachlichen Herausforderungen verursacht, die mit den anthropologischen Voraussetzungen der Hörschädigung einhergehen (vgl. Kapitel 4). Da es sich bei einer Hörschädigung allerdings um eine nicht sichtbare Beeinträchtigung handelt, ist anzunehmen, dass Lehrende ohne sonderpädagogische Fachausbildung an inklusiven Schulen die Bedürfnisse hörgeschädigter Lernender im Chemieunterricht nicht immer einzuschätzen wissen. Das entwickelte Förderkonzept stellt einen konkreten Weg dafür dar, wie Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung im Erwerb der genannten Fähigkeiten gefördert werden können (vgl. Kapitel 5).

Die im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung durchgeführten praktischen Erprobungen zielen einerseits darauf ab, das Förderkonzept im Sinne der formativen Evaluation zu optimieren. Andererseits liegt der Erprobung die Absicht zugrunde, nachzuweisen, ob die entwickelten Maßnahmen den Erwerb der abgeleiteten Förderziele bei Lernenden mit Hörschädigung tatsächlich unterstützen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der prakti-

schen Erprobung vorgestellt und die abgeleiteten Forschungsfragen beantwortet. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden schließlich Implikationen für den Einsatz der Konzeption in der inklusiven Unterrichtspraxis und für eine inklusive Lehrerinnen- und Lehrerbildung formuliert. Die bereits in Kapitel 3 vorgestellten Ziele des Forschungsprojektes werden in Abbildung 6.1 konkretisiert.

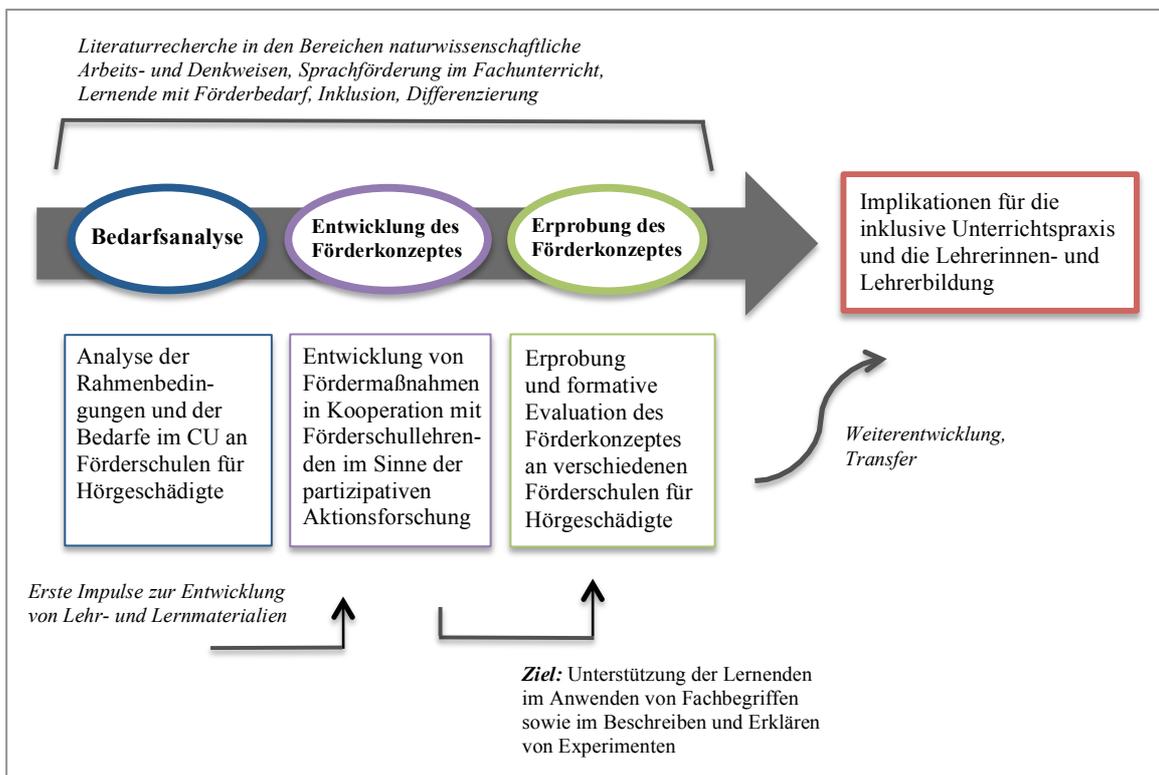


Abb. 6.1: Konkretisierung des Projektüberblicks in Anlehnung an das Modell der diagnosegeleiteten Förderung nach Grohnfeldt (2009)

6.2 Konzeption der praktischen Erprobung

Um die Konzeption der vorliegenden Studie vorzustellen, wird zunächst auf den allgemeinen Ablauf der Erprobung eingegangen. Daran anschließend erfolgt eine Deskription exemplarisch ausgewählter Unterrichtsstunden mit dem Ziel, die Vorgehensweisen der Untersuchung zu präzisieren (vgl. Kapitel 6.2.2).

6.2.1 Ablauf der praktischen Erprobung

Die Untersuchung wird im regulären Chemieunterricht an verschiedenen Förderschulen für Hörgeschädigte in einem zeitlichen Rahmen von sechs bis acht Wochen durchgeführt. Im Vorfeld werden die Durchführung des Vorhabens sowie die Behandlung des Lerninhalts „Löslichkeitskonzept“ durch die Lehrpersonen und die Verfasserin angekündigt. Je nach Schwerpunktsetzung der Lehrperson werden in einigen Doppelstunden Grundbegriffe (z.B. Stoff, Stoffeigenschaften) zur Vorbereitung wiederholt und die Bezeichnungen der Laborgeräte sowie die Struktur des Versuchsprotokolls anhand der Fachgebärden und Symbole eingeübt. Daran anschließend erfolgt die Durchführung der Experimente in Kleingruppen durch die Schülerinnen und Schüler. Zuerst werden die Versuche am Beispiel von Zucker durchgeführt und eine Zuckerlösung hergestellt. Die Lösung wird sodann eingedampft und der Zucker als Karamell zurückgewonnen. Zur Interpretation der Experimente wird das Teilchenmodell genutzt, das zuvor durch die Lehrperson eingeführt wird. Anschließend werden die Versuche am Beispiel von Salz wiederholt. So werden die Lernenden dazu angeregt, ihre gewonnenen Erkenntnisse auf ein zweites Anwendungsbeispiel zu transferieren. Die Reihenfolge der Versuche basiert auf der Annahme, dass die Substanz des Zuckers einen stärkeren Bezug zur Lebenswelt der Lernenden aufweist. Als konkrete Lernsituation wird, wie zuvor erläutert, das Dokumentieren von Experimenten ausgewählt, bei dem die vorgestellten Lernhilfen und Arbeitsmaterialien zum Einsatz kommen.

Die Durchführung der Unterrichtsstunden obliegt der regulären Lehrkraft, während die Aufgabe der Verfasserin darin besteht, das Unterrichtsgeschehen teilnehmend zu beobachten und im Sinne der partizipativen Aktionsforschung zu reflektieren. Angesichts der Diversität der vorgestellten Lerngruppe und der unterschiedlichen Lehrstile der partizipierenden Lehrkräfte sind individuelle Anpassungen der Unterrichtsabläufe erforderlich.

6.2.2 Deskription ausgewählter Unterrichtsstunden der praktischen Erprobung

Um eine Vorstellung davon zu erhalten, auf welche Weise die Fördermaßnahmen im Chemieunterricht konkret eingesetzt werden, werden im Folgenden drei Doppelstunden als Ergebnis der teilnehmenden Beobachtung exemplarisch beschrieben. Der Schwerpunkt der folgenden Darstellungen liegt in der Vorbereitung auf die Durchführung der Unterrichtseinheit sowie in der Schilderung der Einführung der Thematik „Löslichkeitskonzept“. Die

ersten beiden Doppelstunden dienen dem Einführen von Fachbegriffen und der Vorbereitung auf die nachfolgenden Stunden hinsichtlich der zentralen Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens. In der dritten Doppelstunde erfolgt der inhaltliche Einstieg in die Thematik „Löslichkeitskonzept“ am Beispiel des Lösens von Zucker in Wasser, die Einführung des Teilchenmodells sowie das Verfassen eines Versuchsprotokolls mit den entwickelten Arbeitsmaterialien und Lernhilfen.

In der ersten Doppelstunde wird das Thema „Löslichkeitskonzept“ durch die Lehrperson angekündigt und darauf hingewiesen, dass im Vorfeld einige Inhalte und Begriffe zu erarbeiten und zu wiederholen sind. Zur Vorbereitung auf die geplante Unterrichtseinheit erfolgt eine Wiederholung des Stoffbegriffs bzw. der Fachgebärde „chemischer Stoff“. In diesem Zusammenhang folgt eine Abgrenzung zu anderen Stoffbegriffen außerhalb des Chemieunterrichts (Textilien, ggf. Substanzdrogen). Mit dem Hinweis, dass in den folgenden Unterrichtsstunden einige Experimente durchzuführen sind, werden die für die Unterrichtseinheit relevanten Bezeichnungen der Laborgeräte eingeführt und teilweise wiederholt (z.B. Becherglas, Abdampfschale, Pipette, Stativ, Gasbrenner etc.). Zum Einführen der Fachbegriffe werden die entsprechenden Gegenstände sowie Wortkarten verwendet und damit spielerisch eingeübt. Die Lehrkraft weist dabei sowohl auf die korrekte Artikulation als auch auf die Schreibweise der Begriffe hin. Weiterhin wird mit den entwickelten Symbolen der strukturelle Aufbau des Versuchsprotokolls erläutert und damit zentrale Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen begründet. Die erarbeiteten Begriffe werden daraufhin mit den entsprechenden Fachgebärden verknüpft. Der weitere Verlauf der Doppelstunde wird von den Schülerinnen und Schülern zum Üben und gegenseitigen Erklären der erlernten Begriffe genutzt. In der zweiten Doppelstunde werden ausgewählte Stofftrennverfahren und die Begrifflichkeiten unter Berücksichtigung der Fachgebärden aus der letzten Doppelstunde wiederholt.

In der dritten Doppelstunde werden verschiedene Stoffe (Wasser mit Kieselsteinen, Wasser mit Mehl) miteinander vermengt und die entsprechenden Stofftrennverfahren eingesetzt. Die heterogenen Stoffgemische, die als solche deutlich erkennbar sind, können in der Regel durch Sieben und Filtrieren separiert werden. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, im Vorfeld eine Vermutung über den Ausgang der Experimente zu äußern und ein geeignetes Trennverfahren zu nennen. Nach Abschluss dieser Verfahren wird in einem Lernerexperiment eine Zuckerlösung hergestellt. Die Experimente werden üblicherweise von zwei bis drei Lernenden kooperativ durchgeführt. Vor der Durchführung

werden die Arbeitsmaterialien und Hilfekarten ausgeteilt und erläutert. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Aufgabe, die Versuchsprotokolle einschließlich der Beobachtung eigenständig zu bearbeiten. Daraufhin wird im Unterrichtsgespräch auf die Unterschiede des Versuchs zu den zuvor angefertigten heterogenen Stoffgemischen eingegangen, und die Lernenden werden zum Erklären des Phänomens angeregt. Sind die Lernenden beispielsweise aufgrund ihrer Alltagserfahrungen über das Süßen von Speisen und Getränken der Auffassung, dass der Zucker noch vorhanden ist, wird von der Lehrperson der Lösungsbegriff und das Teilchenkonzept gemäß der in Kapitel 5.4.2 dargestellten Definition als Erklärungsmodell eingeführt, sobald die Lernenden mit ihren Erklärungsmodellen an ihre Grenzen stoßen. Dabei wird aus Knetmasse ein Sachmodell zum Lösungsvorgang gestaltet und auf die grundsätzliche Funktion von Modellen als Vorstellungshilfe hingewiesen. Anschließend erfolgt die Darstellung der ersten Ideen zur Versuchserklärung mithilfe des Sachmodells durch die Lernenden. Für die darauf folgende Darstellung der Erklärung haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die gestuften Lernhilfen bei Bedarf heranzuziehen.

Nachdem das Vorhandensein der gelösten Substanz in der Lösung durch das Teilchenmodell begründet wurde, werden in der folgenden Unterrichtsstunde erste Überlegungen zur Stofftrennung angestellt. Zu diesem Zweck wird die Zuckerlösung erhitzt und damit dargestellt, dass eine Trennung homogener Stoffgemische grundsätzlich möglich ist. Sind die Lernenden allerdings der Ansicht, dass der gelöste Stoff im Sinne einer Vernichtungsvorstellung nicht mehr vorhanden ist, wird die Zuckerlösung direkt im Anschluss eingedampft und die gelöste Substanz in Form von Karamell zurückgewonnen. Es steht zu erwarten, dass die Lernenden das Entstehen des Karamells auf die Geruchsentwicklung zurückführen können, die mit der Karamellisierungsreaktion einhergeht. Anschließend wird das Teilchenmodell zur Deutung der Vorgänge eingeführt. Nach der Durchführung und Dokumentation der Versuche erfolgt eine Wiederholung der Vorgänge am Beispiel von Salz, bei der die Lernenden ihre neu erworbenen Erkenntnisse transferieren sollen.

6.3 Methoden

Zur Evaluation des Förderkonzeptes werden neben den Arbeitsergebnissen der Schülerinnen und Schüler (vgl. Kapitel 6.3.1) die Ergebnisse der untersuchungsbegleitenden Beobachtung als Teil der partizipativen Aktionsforschung (vgl. Kapitel 6.3.2) sowie typische

Diagnoseinstrumente wie Selbst- und Fremdeinschätzungsbögen eingesetzt (vgl. Kapitel 6.3.3). Weiterhin werden die partizipierenden Lehrkräfte nach der Erprobungsphase gebeten, die Wirksamkeit der Konzeption in einem Feedbackfragebogen zu beurteilen, der ebenfalls zur Überprüfung der Förderziele genutzt wird (vgl. Kapitel 6.3.4). Der Einsatz der verschiedenen Erhebungsinstrumente zielt darauf ab, die Beantwortung der Forschungsfragen auf einer breiten Beurteilungsgrundlage vorzunehmen und dazu die Ergebnisse miteinander zu triangulieren (vgl. Kapitel 4.3).

Wie zuvor erwähnt, werden die Daten im Sinne der formativen Evaluation während der gesamten Erprobungsphase erhoben (vgl. Kapitel 5.3.5). Die formative Evaluation, „die vor allem bei der Entwicklung und Implementierung neuer Maßnahmen eingesetzt wird, [ist] im Unterschied zur summativen Evaluation meistens erkundend angelegt“ (Bortz & Döring 2009, S. 110) und unterstützt damit das vorliegende Forschungsvorhaben. Im Gegensatz zur summativen Evaluation, bei der die Evaluation nach Beendigung einer Maßnahme erfolgt, soll mithilfe der formativen Evaluation eine bessere Beurteilungsgrundlage erzielt werden (vgl. Treagust & Chiu 2011, S. 119). Im Anschluss an die Darstellung der eingesetzten Erhebungsinstrumente folgen Erläuterungen zur Aufbereitung und Auswertung der Daten (vgl. Kapitel 6.3.5).

6.3.1 Arbeitsmaterialien der Schülerinnen und Schüler

Die Arbeitsergebnisse der Schülerinnen und Schüler sind für die Beurteilung der Wirksamkeit der Konzeption von besonderer Bedeutung. Durch den strukturellen Aufbau der Versuchsprotokolle lassen sich die einzelnen Forschungsfragen (Fachbegriffe, Beobachtungen beschreiben und erklären) abbilden und nachvollziehen. Gemäß dem Prinzip der formativen Evaluation werden zur Beurteilung des Förderkonzeptes alle bearbeiteten Versuchsprotokolle (n=92) der Schülerinnen und Schüler (n=23) zu den vier durchgeführten Versuchen der Unterrichtseinheit einbezogen. Wie bereits erwähnt, können dabei ausschließlich die vollständig bearbeiteten Arbeitsmaterialien einbezogen werden, sodass die Ergebnisse der Lernenden, die nicht regelmäßig am Unterricht teilgenommen oder die Versuchsprotokolle unvollständig bearbeitet haben, nicht berücksichtigt werden. Eines der vorstrukturierten Versuchsprotokolle ist exemplarisch in Abbildung 6.2 dargestellt.

Chemie Name: Datum:

Teil II: Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen ?

Vermutung: _____
 Ich vermute, _____.

Materialien

- 1 Gasbrenner
- 1 Abdampfschale
- 1 Pipette
- 1 Stativ
- 1 Stativring
- 1 Feuerzeug
- 1 Schutzbrille

Durchführung:

1.

Beschrifte die Zeichnungen!

Zieh 2-mal mit der Pipette das Salzwasser auf.

Gib das Salzwasser in die Abdampfschale.

2.

Baue die Apparatur auf wie im Bild. Setze eine Schutzbrille auf. Zünde den Gasbrenner mit dem Feuerzeug an. Stelle den Gasbrenner nach einigen Minuten aus.

2

Beobachtung:

Zeichne, was du im Versuch beobachtet hast!

- Beschrifte deine Zeichnungen mit folgenden Wörtern: z.B. Abdampfschale, Salzwasser, Dampf, weißer Stoff
- Fülle den Lückentext aus!

3

Erklärung:

Zeichne unsere Ergebnisse im Teilchenmodell!

- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern: Salz-Teilchen, Wasser-Teilchen
- Fülle den Lückentext aus!

3

Erste Ideen:

Zeige mit der Knete, wie du dir den Versuch im Teilchenmodell vorstellst!

- Zeichne dein Modell ab (in die Kästchen!)
- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern: Salz-Teilchen, Wasser-Teilchen

2

3

3

Abb. 6.2: Vorstrukturiertes Arbeitsmaterial zum Dokumentieren von Experimenten

6.3.2 Beobachtungen im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung

Während der Unterricht von der regulären Lehrkraft durchgeführt wird, erfolgt eine untersuchungsbegleitende Beobachtung durch die Verfasserin, die als Bestandteil der partizipativen Aktionsforschung aufzufassen ist (vgl. Kapitel 5.3.2). Die im Rahmen der Beobachtung aufgenommenen Feldnotizen dienen anders als die in Kapitel 4.3.3.2 dargestellte teilnehmende Beobachtung nicht zur Überprüfung von Kategorien, sondern zielt in erster Linie darauf ab, konkrete Diskussionspunkte für die Reflexionsgespräche mit den partizipierenden Lehrenden zu identifizieren und zur Optimierung der Unterrichtsabläufe beizutragen. Auf der einen Seite werden während der Unterrichtseinheit die auftretenden Handlungen und Interaktionen der Schülerinnen und Schüler situativ durch Feldnotizen dokumentiert. Auf der anderen Seite wird ebenso die Rolle der Lehrperson in den Blick genommen, da diese für die Gestaltung der Lernsituationen maßgeblich verantwortlich ist. Zur Unterstützung der untersuchungsbegleitenden Beobachtung werden Leitfragen herangezogen, die in Abb. 6.3 exemplarisch dargestellt sind.

Leitfragen der untersuchungsbegleitenden Beobachtung

Lehrende

- Wie wird der Einstieg in die Thematik gestaltet?
- Wie werden Fachbegriffe/Fachgebärden eingeführt?
- Welche Fachbegriffe/Fachgebärden werden verwendet?
- Wie wird das Teilchenmodell eingeführt und definiert?
- Wie werden die Experimente eingebettet (Problemstellung)?
- Wie wird das Förderkonzept eingeführt bzw. der Umgang damit erläutert?

Lernende

- Welche Vermutungen werden geäußert (Vorwissen)?
- Welche Fachbegriffe/Fachgebärden werden verwendet?
- Welche Lernschwierigkeiten treten auf?
- Wie reagieren die SuS auf die Materialien (häufiges Nachfragen)?
- Wie kann das Nutzungsverhalten der Lernhilfen (Wortkarten, Hilfekarten) beschrieben werden?
- Welche Äußerungen werden beim Beobachten und Modellieren getätigt?

Abb. 6.3: Leitfragen der untersuchungsbegleitenden Beobachtung

6.3.3 Einschätzungsbögen

Neben den vorgestellten Erhebungsinstrumenten werden Selbst- und Fremdeinschätzungsbögen zur weiteren Beantwortung der Forschungsfragen eingesetzt. Einschätzungsbögen stellen klassische Instrumente diagnostischen Handelns dar, die im Unterricht vielfach zur Erfassung von Kompetenzen eingesetzt werden (vgl. Kaufhold 2006, Keenan & Di Fuccia 2011, Weide 2011). Mithilfe von Selbstdiagnosebögen „reflektieren die Lernenden ihre Kompetenzen, erkennen ihre Stärken und Schwächen und leiten daraus ihren individuellen Kenntnisstand und den weiteren Übungsbedarf ab“ (Krumm, Zimmerer & Kremer 2008, S. 6). Ferner können die Ergebnisse der Diagnosestellungen Anlass dafür sein, individuelle Fördermaßnahmen einzuleiten (vgl. Ohlhaver & Wernet 1999).

In der vorliegenden Studie werden die Diagnosebögen einmalig am Ende der Unterrichtseinheit eingesetzt, sodass die Beurteilung der Lernenden und Lehrenden basierend auf der Gesamterfahrung erfolgen kann. Die Ergebnisse der lernereigenen Selbsteinschätzung werden wiederum mit der Fremdeinschätzung der Lehrkräfte in Beziehung gesetzt.

6.3.3.1 Selbsteinschätzungsbogen

Mit dem Ziel, Hinweise auf die Lernzuwächse aus der Perspektive der Schülerinnen und Schüler zu erhalten, wird nach Abschluss der Unterrichtseinheit zum Löslichkeitskonzept ein Selbsteinschätzungsbogen (n=23) eingesetzt. Grundsätzlich können mithilfe von Selbsteinschätzungsbögen nicht nur Fachinhalte, sondern auch Aspekte fachbezogener Handlungskompetenzen geprüft werden. Ebenfalls sind in der Literatur unterschiedliche Formen von Selbsteinschätzungsbögen zu finden, die im Unterricht ihre Anwendung finden. Die Selbsteinschätzungsbögen können sowohl in Einzel- als auch in Partnerarbeit mit oder ohne zusätzliche Hilfen bearbeitet werden (vgl. Krumm, Zimmerer & Kremer 2008, S. 6ff.). In Selbsteinschätzungsbögen werden offene, häufiger aber mehrstufige geschlossene Fragen im Sinne einer Likert-Skala eingesetzt. Bei der Konstruktion der Bögen ist zu beachten, dass die Art, die Anzahl und die Formulierung der Fragen lernergerecht gewählt werden (vgl. Reiff 2006, Fernholz & Prediger 2007). So sollte eine Selbsteinschätzung nicht durch Abstraktheit, Anzahl oder sprachliche Anforderungen der Fragen erschwert werden. Der eingesetzte Selbsteinschätzungsbogen, der unter Berücksichtigung der genannten Aspekte konstruiert wurde, wird im Folgenden näher erläutert.

Im Hinblick auf die Art der gestellten Fragen wird ausschließlich auf Fragestellungen zurückgegriffen, die in einem direkten Zusammenhang mit der durchgeführten Unterrichtseinheit stehen und auf allgemeine Fragen zum Chemieunterricht verzichtet. Die Schülerinnen und Schüler sollen unter anderem einschätzen, ob sie in der Lage sind, die relevanten Fachbegriffe durch das Beschriften der Abbildungen und Zeichnungen anzuwenden. Zudem werden sie gefragt, ob sie imstande sind, Beobachtungen zu beschreiben und zu erklären, was den zentralen Aspekten naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen entspricht. In Abb. 6.4 ist der Selbsteinschätzungsbogen dargestellt.

Chemie

Name:

Was kannst Du schon?

Wie gut kannst Du es? Kreuze an!

	sehr gut	gut	mittel	Das muss ich noch üben!
Ich kann vor einem Versuch eine <i>Vermutung machen</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann einen Versuch mit der <i>Versuchsanleitung durchführen</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann die <i>Geräte und Materialien</i> mit den <i>Fachwörtern beschriften</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann <i>zeichnen</i> , was ich im Versuch <i>beobachtet</i> habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mit den <i>Fachwörtern beschreiben</i> , was ich im Versuch <i>beobachtet</i> habe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann einen Versuch mit dem <i>Teilchenmodell</i> (zeichnen, Knete) erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann einen Versuch mit den <i>Fachwörtern erklären</i> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Das möchte ich noch lernen:

Vielen Dank für Deine tolle Mitarbeit! ☺

Abb. 6.4: Eingesetzter Selbsteinschätzungsbogen zu den Inhalten der Unterrichtseinheit

Neben den geschlossenen Fragestellungen wird der Selbsteinschätzungsbogen um eine offene Fragestellung zu individuellen Interessen bzw. Vertiefungswünschen ergänzt, deren Resultate in zukünftigen Unterrichtseinheiten Berücksichtigung finden können. Im Hin-

blick auf die Anzahl der Fragen wird angenommen, dass die im Diagnosebogen befindlichen acht Fragestellungen keine allzu große Belastung für die Lernenden darstellen.

Wie zuvor angesprochen, ist für die Konstruktion des Selbsteinschätzungsbogens auch die sprachliche Formulierung von Bedeutung. Angesichts der sprachlichen Herausforderungen der betreffenden Zielgruppe wurde in einer Pilotierung die Verständlichkeit der Fragestellungen geprüft. Dabei hat sich herausgestellt, dass einige Formulierungen nicht allen Lernenden geläufig sind, sodass eine Veränderung vorgenommen wurde (z.B. Versuch statt Experiment, Lernwort statt Fachbegriff). Aus diesem Grund wird ebenfalls anstelle der häufig eingesetzten Likert-Skala mit den Stufen *sicher*, *ziemlich sicher*, *unsicher* und *sehr unsicher* (vgl. z.B. Weide 2011, S. 22) bewusst auf die Formulierungen *sehr gut*, *gut*, *mittel* und *Das muss ich noch üben!* zurückgegriffen, da diese Begriffe den Lernenden geläufiger waren. Zusätzlich wird der Selbsteinschätzungsbogen vor der Beantwortung im Unterricht besprochen und Verständnisfragen geklärt.

Neben den Mehrwerten, die mit dem Einsatz von Selbsteinschätzungsbögen verbunden sind, darf nicht außer Acht gelassen werden, dass damit auch einige Schwierigkeiten einhergehen. So besteht bei den Schülerinnen und Schülern die Gefahr einer Über- und Unterschätzung, die von ihrem schulischen Fähigkeitsselbstkonzept (vgl. Dickhäuser et al. 2002) und ihren generellen Erfahrungswerten im Umgang mit dem Diagnoseinstrument abhängt. Zudem besteht die Gefahr, „sich in der Selbstbeurteilung sozial erwünscht darzustellen“ (Eid, Gollwitzer & Schmitt 2010, S. 47), sofern den Lernenden nicht ausreichend bewusst ist, dass an dieser Stelle ihre persönliche Einschätzung von Bedeutung ist. Um den genannten Problemen entgegenzuwirken, werden die Lernenden im Vorfeld mit dem Diagnoseinstrument und den damit verbundenen Zielen vertraut gemacht. Auf diese Aspekte wird sowohl in vorbereitenden Gesprächen als auch in einem kurzen Einführungstext zum Selbsteinschätzungsbogen ausdrücklich hingewiesen (vgl. Anhang S. 374).

6.3.3.2 Fremdeinschätzungsbogen

In Ergänzung zur Selbsteinschätzung wird eine Fremdeinschätzung der im Rahmen der Unterrichtseinheit erlernten Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrpersonen vorgenommen. Der Aufbau des Selbsteinschätzungsbogens wird für die Gestaltung des Fremdeinschätzungsbogens grundsätzlich übernommen (vgl. Anhang S. 375). Der Ein-

satz des Fremdeinschätzungsbogens zielt darauf ab, die Ergebnisse der Lernenden und Lehrenden direkt miteinander vergleichen zu können. Nach Abschluss der Unterrichtseinheit wird der Fremdeinschätzungsbogen von den Lehrenden für alle Lernenden (n=23) ausgefüllt.

Auch im Hinblick auf die Beurteilungskompetenz der Lehrenden kann nicht ausgeschlossen werden, dass Faktoren in die Beurteilung mit einfließen, die außerhalb der Erfahrungen der praktischen Erprobung im Chemieunterricht liegen. Dazu ist beispielsweise der *Halo-Effekt* zu nennen, der eine „ungerechtfertigte Generalisierung von Eindrücken, die man von einer Person hat, über zu beurteilende Facetten hinweg beschreibt“ (Eid, Gollwitzer & Schmitt 2010, S. 47). Um eine Verzerrung in der Diagnosestellung aufdecken zu können, werden die Fremdeinschätzungsbögen mit den Ergebnissen der übrigen Erhebungsinstrumente trianguliert.

6.3.4 Feedbackfragebogen der Lehrenden

Nach Abschluss der praktischen Erprobung werden die drei partizipierenden Lehrkräfte in einem Fragebogen gebeten, eine abschließende Beurteilung der Konzeption vorzunehmen, die ebenfalls zur Beantwortung der Forschungsfragen genutzt wird (vgl. Anhang S. 376). Die dazu eingesetzten offenen Fragen weisen gewisse Ähnlichkeiten zu den Fragestellungen auf, die in der schriftlichen Befragung der partizipativen Aktionsforschung genutzt wurden (vgl. Kapitel 5.3.3). Allerdings sei darauf hingewiesen, dass diese Beurteilung anders als im Falle der zusätzlich befragten Lehrenden auf Grundlage der individuellen Erfahrungen der Lehrenden basiert, die sie im Rahmen der Erprobungsphase gesammelt haben. Aus diesem Grund werden entsprechende Fragestellungen hinzugefügt, die sich unmittelbar auf die praktischen Erfahrungen beziehen. Die eingesetzten Fragestellungen sind in Abb. 6.5 dargestellt.

Fragestellungen

1. Wie würden Sie die Eignung der Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen grundsätzlich einschätzen? Bitte begründen Sie kurz Ihre Antwort!
2. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als besonders sinnvoll oder wertvoll ein?
3. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als weniger sinnvoll oder wertvoll ein?
4. Welchen Lernzuwachs bezogen auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen konnten Sie bei den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Unterrichtseinheit feststellen?
5. Welche Möglichkeiten zur Verbesserung der Unterrichtsmaterialien könnten Sie sich grundsätzlich vorstellen?
6. Welche Erkenntnisse konnten Sie durch die Erfahrungen mit den Unterrichtsmaterialien für Ihre berufliche Praxis ableiten?

Abb. 6.5: Feedbackfragebogen zur abschließenden Beurteilung des Förderkonzeptes

Die dargelegten Fragestellungen können nach Gläser & Laudel (2009) als Erfahrungs- und Meinungsfragen kategorisiert werden. Dabei sind vor allem die Aspekte des Förderkonzeptes von Interesse, die aus Sicht der Lehrenden als besonders sinnvoll und verbesserungswürdig eingeschätzt werden. Zudem werden die Lehrenden gebeten, konkrete Vorschläge zur Optimierung zu machen sowie den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler einzuschätzen. Die Fragestellung zu den Konsequenzen für die berufliche Praxis zielt darauf ab, zu ergründen, ob durch die partizipative Aktionsforschung möglicherweise Erkenntnisgewinne aufseiten der fachfremden Chemielehrkräfte erzielt werden konnten. Die beantworteten Fragestellungen werden von den Lehrenden elektronisch übermittelt.

6.3.5 Datenaufbereitung und -auswertung

Für die Aufbereitung des gesamten Datenmaterials werden die Namen der partizipierenden Schülerinnen und Schüler anonymisiert, indem sie andere Vornamen erhalten. Bei den teilnehmenden Lehrpersonen wird auf Codes zurückgegriffen (z.B. L72), die bereits im Rahmen der ersten Untersuchungsphase generiert wurden (vgl. Kapitel 4.3.4). Die Fragebögen werden der in Kapitel 4.3.5 geschilderten Vorgehensweisen entsprechend und mithilfe der *zusammenfassenden* bzw. der *strukturierenden Inhaltsanalyse* ausgewertet (vgl. Mayring 2002 und 2008). Für die Analyse der Arbeitsmaterialien der Lernenden wird ebenfalls auf das Verfahren der strukturierenden Inhaltsanalyse zurückgegriffen, während zur Auswertung der offenen Fragen der Einschätzungsbögen die zusammenfassende Inhaltsanalyse genutzt wird. Die Ergebnisse der geschlossenen Fragen zielen darauf ab, einen quantitati-

ven Überblick über die Einschätzungen der Lernenden zu geben. Im gesamten Auswertungsprozess ist die Berücksichtigung der Gütekriterien qualitativer Forschung sichergestellt (vgl. Mayring 2002, S. 140ff.). So werden zur Analyse des Datenmaterials die Kodierungen von der Verfasserin und zwei weiteren unabhängigen Personen herangezogen. Die Resultate der Kodierungen werden im Sinne der inhaltsanalytischen Realitätsbestimmung verglichen sowie Besonderheiten und Unterschiede erörtert (vgl. Mayring 2008, S. 10ff.).

Zur Analyse der Arbeitsmaterialien der Schülerinnen und Schüler wird als Verfahren die strukturierende Inhaltsanalyse gewählt, deren Vorgehensweise bereits in Kapitel 4.3.5.2 dargestellt ist. Anders als die zusammenfassende Inhaltsanalyse erfolgt die strukturierende Inhaltsanalyse nicht empiriegeleitet (induktiv), sondern theoriegeleitet (deduktiv). Das Datenmaterial wird den deduktiv festgelegten Kategorien in einem mehrstufigen Verfahren unter Zuhilfenahme eines Kodierleitfadens und festgelegter Kodierregeln systematisch zugeordnet. Um die Arbeitsmaterialien der Lernenden ebenso systematisch und regelgeleitet auswerten zu können, wie es im Ablaufmodell der strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2002 und 2008) vorgesehen ist, ist zuvor ein theoriebasiertes Kategoriensystem festzulegen. Bei der Entwicklung des Kategoriensystems ist zu beachten, dass darin alle zur Beantwortung der Forschungsfrage relevanten Aspekte abgebildet sein müssen. Das zu diesem Zweck entwickelte Kategoriensystem beruht auf verschiedenen Aufsätzen zu zentralen Aspekten naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen, zu denen das Anwenden von Fachbegriffen, Beschreiben sowie Erklären von Experimenten gehören. In die Überlegungen zum theoriebasierten Kriterienkatalog sind die Richtlinien und Modelle zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (vgl. Kapitel 2.1.2), der strukturelle Aufbau eines Versuchsprotokolls sowie die von Groß (2013) zusammengefassten literaturbasierten formalen und inhaltlichen Kriterien des Versuchsprotokolls (vgl. Kapitel 2.2.2) eingegangen. Da aufgrund der anthropologischen Voraussetzungen prälingual hörgeschädigter Lernender neben der schriftsprachlichen die zeichnerische Darstellungsebene im Förderkonzept schwerpunktmäßig berücksichtigt wird, ist das Kategoriensystem hinsichtlich dieser Besonderheiten zu adaptieren. Neben schriftsprachlich fixierten Äußerungen werden in der qualitativen Forschung auch visuelle Darstellungen „als Datenformen und -quellen zunehmend genutzt“ (vgl. Flick 2011a, S. 304). In Tabelle 6.1 ist das Kategoriensystem zusammengefasst, auf dessen Grundlage die systematische Auswertung erfolgen kann.

Tab. 6.1: Theoriebasiertes Kategoriensystem zur Auswertung der Versuchsprotokolle (Legende: V = Vermutung, FB = Fachbegriffe, B = Beobachtung, E* = erste Ideen, E = Erklärung)

Variable	formale Kriterien & Leitfragen	inhaltliche Kriterien & Leitfragen
Kategorien	-	V Äußern einer Vermutung Welche Präkonzepte liegen vor?
	-	FB Anwenden von Fachbegriffen Werden die Fachbegriffe korrekt verwendet?
	B1 formale Sequenzierung Wird die Beobachtung in drei Zeichnungen dargestellt?	B4 inhaltliche Sequenzierung Wird die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse in den Zeichnungen korrekt dargestellt?
	B2 Vollständigkeit Enthalten die Zeichnungen alle relevanten Elemente?	B5 Trennung der Ebenen Wird die makroskopische Ebene von der submikroskopischen Ebene in den Zeichnungen getrennt?
	B3 Präzision Sind die Zeichnungen präzise in der Darstellungsweise?	B6 fachliche Adäquatheit Sind die Zeichnungen fachlich adäquat?
	E*1/E1 formale Sequenzierung Wird die Erklärung in drei Zeichnungen dargestellt?	E*4/E4 inhaltliche Sequenzierung Wird die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse korrekt dargestellt?
	E*2/E2 Vollständigkeit Enthalten die Zeichnungen alle relevanten Elemente?	E*5/E5 Trennung der Ebenen Wird die submikroskopische Ebene von der makroskopischen Ebene in den Zeichnungen getrennt?
	E*3/E3 Präzision Sind die Zeichnungen präzise in der Darstellungsweise?	E*6/E6 fachliche Adäquatheit Sind die Zeichnungen fachlich adäquat?

Im Folgenden soll erläutert werden, inwiefern eine Anpassung an die literaturbasierten Kriterien vorgenommen wurde. Im Hinblick auf die im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung festgelegten Teilkompetenzen erfolgt eine Fokussierung auf zentrale Aspekte des Förderkonzeptes. Dazu zählen das Überprüfen von Vermutungen durch Untersuchungen, das Durchführen von Experimenten und des Protokollierens sowie das Nutzen von Modellen zum Erklären von Phänomenen. Vor dem Hintergrund der gewählten vorstrukturierten Form des naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens, welche die Fragestellung, die Materialien, die Durchführung und Sicherheitshinweise vorgeben werden, werden diese Punkte des charakteristischen Aufbaus eines Versuchsprotokolls nicht in das Kategoriensystem übernommen. Hingegen werden die Vermutung (V), die Beobachtung (B) sowie die Erklärung (E) im Kategoriensystem erfasst, da diese von den Lernenden bearbeitet

werden. Zudem wird aufgrund der Aufforderung zur Formulierung erster Ideen zur Erklärung ein Zwischenschritt aufgenommen, der mit E* gekennzeichnet wird.

Im Hinblick auf den von Groß (2013) zusammengestellten Kriterienkatalog ist eine Reihe von Adaptionen zur Analyse der Zeichnungen notwendig. Zunächst wird auf die formalen Aspekte des Kriterienkatalogs eingegangen, wie Umfang, Vollständigkeit und Darstellungsweise der Zeichnungen. Diese werden für die zeichnerische Darstellung der Beobachtung, der ersten Ideen und der Erklärung übernommen. Ein angemessener Umfang wird hier mit drei Zeichnungen festgelegt (siehe B1, E*1, E) und als formale Sequenzierung bezeichnet. Das Kriterium der Vollständigkeit wird dadurch erreicht, dass alle relevanten Aspekte des Versuchs (Apparaturen, Stoffe, Beobachtungen) skizziert werden (B2, E*2, E2). Eindeutigkeit und Präzision beziehen sich in diesem Falle jedoch nicht auf die schriftsprachlichen Äußerungen, sondern auf die Darstellungsweise der Zeichnungen (B3, E*3, E3). Zu den inhaltlichen Kriterien zählen die Verwendung der Fachsprache, das Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge sowie die Trennung der Ebenen. Das Kriterium der korrekten Verwendung der Fachsprache wird unverändert übernommen (FB). Allerdings ist zu beachten, dass sprachliche Abweichungen im Bereich der Orthografie und der Grammatik beim Verwenden der Termini weniger ins Gewicht fallen, solange das Verstehen der Inhalte nicht beeinträchtigt ist. Das Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge der Ereignisse wird unverändert übernommen (B4, E*4, E4) und als inhaltliche Sequenzierung bezeichnet. Hingegen wird die Notwendigkeit zur Trennung der Ebenen nicht nur für die Erklärung, sondern auch für die Darstellung der Beobachtung betont, da grundsätzlich auch auf der makroskopischen Ebene eine Vermischung mit der submikroskopischen Repräsentationsebene möglich ist (B5, E*5, E5). Hinzugefügt wird die Kategorie der Äußerung einer Vermutung (V), die nach ihrer inhaltlichen Korrektheit kategorisiert wird. Diese Kategorie dient weniger der Bewertung der Aussagen, sondern zielt vielmehr darauf ab, eine Einsicht in die Präkonzepte und sprachlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler zu erhalten. Die fachliche Angemessenheit der Darstellungen der Beobachtung, der ersten Ideen und der Erklärung kann als Gesamtbeurteilung der Kategorien verstanden werden (B6, E*6, E6). Dabei wird allerdings ein deutlicher Schwerpunkt auf die inhaltlichen Kriterien gegenüber den formalen Aspekten gelegt. Die Beurteilung des zugeordneten Datenmaterials erfolgt auf Grundlage eines vorab formulierten Erwartungshorizontes. Tabelle 6.2 fasst das zugrunde liegende Codesystem und die Gültigkeit der einzelnen Codes zusammen.

Tab. 6.2: Darstellung der möglichen Codes zur Auswertung der Versuchsprotokolle

Code	Definition	Gültigkeit
+	Erwartungen an die Kategorie erfüllt	V, FB, B1-B6, E*1-E*6, E1-E6
◆	Erwartungen an die Kategorie z.T. erfüllt	FB, B1-B6, E*1-E*6, E1-E6
-	Erwartungen an die Kategorie nicht erfüllt	V, FB, B1-B6, E*1-E*6, E1-E6
#	Keine Angabe möglich	V

Der vorab festgelegte Erwartungshorizont basiert auf Studienergebnissen zu zentralen Fehlvorstellungen zum Löslichkeitskonzept. Wie bereits in den theoretischen Grundlagen dargestellt (vgl. Kapitel 2.1.3), treten im Umgang mit den Repräsentationsebenen der Chemie breitgefächerte Fehlvorstellungen auf. Das unreflektierte Übertragen makroskopischer Bedingungen auf die submikroskopische Ebene (z.B. die Farbe von Teilchen, „Verschwinden“ von Stoffen) und die Teilchen-im-Kontinuum-Vorstellung (z.B. Zuckermoleküle in einem Becherglas mit Wasser) zählen zu den prägnanten Fehlvorstellungen (vgl. z.B. Uzuntiryaki & Geban 2004, Calyk & Ayas 2005, Steffensky, Parchmann & Schmidt 2005, Barke 2006, Marohn 2008, Grüß-Niehaus 2010, Barke & Harsch 2011). Auf Grundlage der Ergebnisse der Lernenden wird eine abschließende Bewertung über das entwickelte Konzeptverständnis vorgenommen. Die Beurteilung basiert auf einer Kategorisierung von Nakhleh, Samarapungavan & Saglam (1999), die von Grüß-Niehaus & Schanze (2011) weiterentwickelt wurde und in Tabelle 6.3 dargestellt ist.

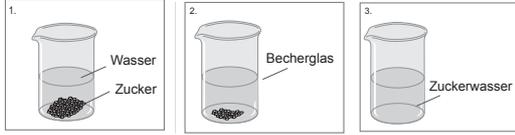
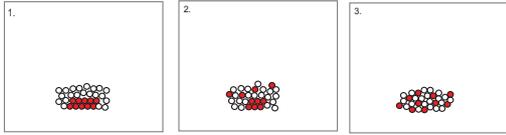
Tab. 6.3: Entwicklungsverlauf des Teilchenverständnisses nach Grüß-Niehaus & Schanze (2011)

Entwicklungsverlauf des Teilchenverständnisses	Beschreibung
Diskontinuierliches Verständnis (microparticulate)	Alle Komponenten werden diskontinuierlich dargestellt, die typischen Fehlvorstellung tauchen nicht auf
Übergangs- bzw. Hybridverständnis (macroparticulate)	Teilchen-im-Kontinuum (z.B. Zucker diskontinuierlich, Wasser kontinuierlich), Übertragung von makroskopischen Eigenschaften (z.B. Farbe und Aggregatzustand der Teilchen, „Verschwinden“ von Stoffen und Teilchen) und Bedingungen (z.B. Rühren, Hinzugabe) werden angedeutet, Einzeichnen von Phasengrenzen
Kontinuierliches Verständnis (macrocontinuous)	Darstellungen auf der kontinuierlichen Ebene, der Teilchenbegriff wird nicht verwendet

So stellt das diskontinuierliche Verständnis die höchste Stufe des Konzeptverständnisses dar, während das Übergangs- bzw. Hybridverständnis ebenfalls diskontinuierliche Anteile enthält, die jedoch noch von alternativen Vorstellungen gekennzeichnet sind. „Als Startpunkt der Entwicklung können Konzepte auf der kontinuierlichen Ebene festgehalten werden“ (Grüb-Niehaus & Schanze 2011, S. 22), bei denen typische Fehlvorstellungen auftreten, aber keine Anzeichen eines diskontinuierlichen Verständnisses erkennbar sind. Den Ergebnissen zahlreicher Studien zu den Fehlvorstellungen zum Löslichkeitskonzept nach zu urteilen, nimmt die Stufe des Übergangverständnisses „oft eine große Zeitspanne in Anspruch und in einigen Fällen verharren Lerner auch auf dieser Ebene“ (ebd. 2011, S. 22). Demnach kann davon ausgegangen werden, dass sich eine Vielzahl der teilnehmenden Lernenden im Bereich des Hybridverständnisses befindet.

Die Auswertung des Datenmaterials mithilfe der strukturierenden Inhaltsanalyse erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren, in dem ein fortwährender Rückbezug zwischen den vorab definierten Kategorien und dem Datenmaterial vollzogen wird. Im Zuge dieses Prozesses ist eine Modifikation des Kategoriensystems möglich und zulässig. Es ist festzulegen, in welcher Darstellungsform (schriftlich, sprachlich oder beides) die jeweilige Kategorie darzustellen ist und auf welcher genannten Form ggf. der Fokus liegt. Auch wenn hinsichtlich der Beobachtung, der ersten Ideen und der Erklärung der Schwerpunkt auf der zeichnerischen Darstellungsebene liegt, können zur Interpretation derselben die schriftsprachlich fixierten Äußerungen (z.B. Beschriftungen) nicht vollständig außer Acht gelassen werden. Zwar werden sprachliche Äußerungen in einer gesonderten Kategorie auf ihre fachliche Korrektheit hin beurteilt, doch werden sie zur Interpretation der Zeichnungen als nähere Erläuterungen verstanden, da erst durch dieses Zusammenspiel über die fachliche Adäquatheit entschieden werden kann. Dennoch liegt der Fokus der Auswertungen in der zeichnerischen Darstellungsebene. Auf Grundlage dieser Vorüberlegungen entsteht ein detaillierter Kodierleitfaden, in dem die für die Auswertung zu beachtenden Aspekte, Bestimmungen und Kodierregeln festgehalten sind (vgl. Anhang S. 379). Um das methodische Vorgehen transparent zu machen, sind in Tabelle 6.4 Auszüge aus einem Kodierleitfaden abgebildet.

Tab. 6.4: Auszug aus dem Kodierleitfaden für die Beobachtung (formale Variable) und für die Erklärung (inhaltliche Variable)

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Formale Kriterien	Beobachtung (B1-B3)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B1 formale Sequenzierung	
			+B2 Vollständigkeit	
			+B3 Präzision	
Inhaltliche Kriterien	Erklärung (E4-E6)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E4 inhaltliche Sequenzierung	 Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen
			+E5 Trennung der Ebenen	
			+E6 fachliche Adäquatheit	

Durch den zugrunde liegenden Kodierleitfaden entstehen in der Auswertung individuelle Kodierschemata, die zusammengefasst und zur Darstellung der Gesamtergebnisse verwendet werden. Mithilfe dieses komplexen Auswertungsverfahrens können nicht nur detaillierte Einblicke in die individuellen Entwicklungsverläufe der Schülerinnen und Schüler gewonnen, sondern auch die Beantwortung der Forschungsfragen auf eine solide Beurteilungsgrundlage gestellt werden.

6.4 Ergebnisse

Ob Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung mithilfe der Maßnahmen im Anwenden von Fachbegriffen sowie im Beschreiben und Erklären von Experimenten tatsächlich unterstützt werden können, wird auf Grundlage der gesammelten Daten aus den Erprobungen entschieden. Dazu wird im Folgenden ein Überblick über die Resultate der gesamten Versuchsprotokolle (n=92) gegeben und dabei die untersuchungsbegleitende Beobachtung berücksichtigt (vgl. Kapitel 6.4.1). Daraufhin werden die Ergebnisse mit den Erkenntnissen der Selbst- und Fremdeinschätzungsbögen (jeweils n=23) in Beziehung gesetzt. Abschließend erfolgt die Darstellung der Ergebnisse der schriftlichen Befragung, in der die partizipierenden Lehrpersonen eine abschließende Rückmeldung zum Förderkonzept geben (vgl. Kapitel 6.4.3). Aufgrund der multiperspektivischen Herangehensweise der

Analyse kann alsdann die Beantwortung der Forschungsfragen auf einer breiten Beurteilungsgrundlage erfolgen.

Die Ergebnisse werden im weiteren Verlauf am Beispiel der durchgeführten Versuche und entlang des zuvor erläuterten Kategoriensystems präsentiert. Da die Resultate der Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der formalen Kriterien insgesamt die Erwartungen der jeweiligen Kategorien in wenigen Fällen zum Teil, in den meisten Fällen jedoch im vollen Umfang erfüllt haben, liegt der Schwerpunkt der Ausführungen in den inhaltlichen Kriterien. Um einen Einblick in die Ergebnisse der gesamten Stichprobe zu geben, die von insgesamt drei Personen kodiert wurden, werden die Resultate einzelner Kategorien aus den Arbeitsergebnissen verschiedener Lernender ausgewählt und exemplarisch vorgestellt. Um das Verfolgen der anschließenden Diskussion der Ergebnisse zu erleichtern, wird an dieser Stelle erneut auf die Beschreibung der Lerngruppe in Kapitel 5.4.1 verwiesen.

6.4.1 Zusammenfassende Darstellung der Arbeitsergebnisse der Lernenden

Wie aus der Bedingungsanalyse hervorgeht, handelt es sich bei den partizipierenden Lerngruppen um Schülerinnen und Schüler, die sich in ihrem Hörstatus, ihren sprachlichen Fähigkeiten sowie in ihren Förderbedarfen und ihrem bereichsspezifischen Vorwissen unterscheiden (vgl. Kapitel 5.4). So spiegelt sich die in der Lerngruppe vorherrschende Diversität auch im grundlegenden Vergleich der Arbeitsergebnisse wider, die nachfolgend entlang der durchgeführten Versuche vorgestellt werden.

6.4.1.1 Versuch 1 – Lösen von Zucker

Im ersten der insgesamt vier durchgeführten Versuche wird ein Löffel voll Zucker in ein Becherglas mit Wasser gegeben. Entsprechend der zuvor aufgeführten und für die vorliegende Arbeit gültigen Definition des Lösungsbegriffs nach Christen & Meyer (1994) geht aus dem Experiment eine Lösung hervor (vgl. Kapitel 5.2.1). Die zusammenfassende Darstellung der inhaltsanalytischen Auswertung der Ergebnisse zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser“ ist zur Übersicht in Tabelle 6.5 aufgeführt.

Tab. 6.5: Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250)

Variable	Formale Kriterien										Inhaltliche Kriterien										
	B1	B2	B3	E*1	E*2	E*3	E1	E2	E3	V	FB	B4	B5	B6	E*4	E*5	E*6	E4	E5	E6	
Name																					
Aaron	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charlene	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Darius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fatos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gülray	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jenik	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Julian	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lars	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leyla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Louis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malte	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Martin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maxim	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meyra	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Michaela	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Moritz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nieva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Osman	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patrick	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Steven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Formale Kriterien
 B1 formale Sequenzierung
 B2 Vollständigkeit
 B3 Präzision
 E*1/E1 formale Sequenzierung
 E*2/E2 Vollständigkeit
 E*3/E3 Präzision

Inhaltliche Kriterien
 V Äußere Vermutung
 B4 inhaltliche Sequenzierung
 B5 Trennung der Ebenen
 B6 fachliche Adäquatheit
 E*4/E4 inhaltliche Sequenzierung
 E*5/E5 Trennung der Ebenen
 E*6/E6 fachliche Adäquatheit

Nachdem die Schülerinnen und Schüler mit der Fragestellung „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“ konfrontiert werden, erhalten sie die Aufgabe, eine Hypothese für den im Anschluss durchzuführenden Versuch zu formulieren. An dieser Stelle ist zu beachten, dass Hypothesen im schulischen Kontext, anders als in der Fachwissenschaft Chemie, eher den Charakter von Vermutungen und Vorhersagen über den durchzuführenden Versuch aufweisen (vgl. Kapitel 2.1.1). Die Aufgabenstellung zielt darauf ab, die sprachlichen Voraussetzungen und Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu diagnostizieren. Weiterhin soll durch das Formulieren der Vermutung das zielgerichtete Beobachten im nachfolgenden Experiment vorbereitet werden. Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung erhalten die Lernenden die Option, Ideenkarten zu nutzen, die sie als Hilfe zur sprachlichen Formulierung und zur Erweiterung ihres Vorwissens nutzen können (vgl. Kapitel 5.5.1). Die fachlich angemessene Vermutung in Form einer Beobachtung lautet, dass der Zucker nach einiger Zeit im Wasser nicht mehr sichtbar ist. Weiterhin kann die Vermutung auch als Erklärung formuliert werden, in der bereits das Lösen des Zuckers angesprochen wird. Es sei erneut darauf hingewiesen, dass die Kodierung der Vermutungen ausschließlich auf Grundlage der inhaltlichen, nicht aber der sprachlichen Korrektheit erfolgt. In Tabelle 6.6 sind einige Vermutungen der Lernenden exemplarisch aufgeführt.

Tab. 6.6: Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“

Kategorie: V Äußern einer Vermutung		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Fatos	Ich vermute, <u>löst im Wasser</u>	+
Leyla	Ich vermute, <u>es wird lösen</u>	+
Aaron	Ich vermute, <u>das der Zucker kleiner wirkt?</u>	+
Martin	Ich vermute, <u>das es sich auflöst, und das es sprudelt.</u>	+
Medine	Ich vermute, <u>Zucker geht unter</u>	#
Charlene	Ich vermute, <u>das wasser sich auf löst!</u>	-
Moritz	<input checked="" type="checkbox"/> Ich vermute, es passiert gar nichts.	-

Wie aus den Ergebnissen hervorgeht, lassen die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler eine inhaltlich adäquate Vermutung (V) zu. Auch wenn, wie zuvor erwähnt, die sprachliche Formulierung bei der Bewertung nicht ins Gewicht fällt, soll diese dennoch kommentiert werden. Aus der Formulierung der Vermutungen wird deutlich, dass die Lernenden über unterschiedliche sprachliche Voraussetzungen verfügen. Während einige Schülerinnen und Schüler durchaus in der Lage sind, ihre Vermutungen grammatikalisch korrekt zu formulieren und in einem angemessenen Umfang zu beschreiben (z.B. Aaron, Martin), fallen die Antworten anderer Lernender (z.B. Leyla, Fatos) deutlich knapper aus. Dennoch kommen die meisten Schülerinnen und Schüler zu einer fachlich adäquaten Vorhersage, was dafür spricht, dass ihnen der Lösungsvorgang und der Lösungsbegriff bereits aus dem Alltag bekannt sind. Allerdings sollen die genannten Aspekte im Rahmen der Unterrichtseinheit gemäß dem Basiskonzept Stoff-Teilchen-Beziehung (vgl. Kapitel 5.1) erweitert, mit den entsprechenden chemischen Konzepten verbunden und von Alltagsvorstellungen differenziert werden. Insbesondere an der Formulierung „dass es sich auflöst“ (Martin) wird deutlich, dass der Begriff des AuflöSENS tief in der Alltagssprache verwurzelt ist und dieser das Verschwinden im Sinne des Vernichtungskonzeptes anstelle des Massenerhaltungssatzes suggeriert (vgl. Barke 2006, S. 41ff.). Da allerdings die Darstellungen des Schülers (Martin) im Teilchenmodell den Fehlvorstellungen des Vernichtungskonzeptes offensichtlich widersprechen (vgl. Tab. 6.9), wird davon ausgegangen, dass es sich lediglich um eine fehlende Begriffsunterscheidung handelt. Daher ist es erforderlich, die Bedeutungen der Begriffe im Unterricht wiederholt aufzugreifen und zu reflektieren. Weiterhin deutet die Äußerung „und das es sprudelt“ (Martin) darauf hin, dass der Lernende den Bezug zu einer konkreten Alltagserfahrung herstellt (z.B. Lösen von Brausepulver). Bei einer anderen Schülerin (Charlene) ist aufgrund der Aussage, „das wasser sich auflöst“, hingegen anzunehmen, dass der Begriff des Lösens zwar bekannt ist, dessen inhaltliche Bedeutung aber unzureichend erfasst wurde. So ist es im Rahmen der Unterrichtseinheit vorgesehen, die Begriffsbedeutung zu erarbeiten und damit Fehlvorstellungen zu korrigieren. Weiterhin kann aus den Vermutungen anderer Lernender (z.B. Moritz) geschlossen werden, dass das Vorwissen über den Lösungsvorgang (z.B. durch das Süßen von Speisen) nicht bei allen Schülerinnen und Schülern vorhanden ist bzw. dass diese nicht in der Lage sind, eine Verbindung zum Alltagswissen herzustellen. Aus der fachlich angemessenen Vermutung, „das der Zucker kleiner wirkt?“ (Aaron) kann abgeleitet werden, dass der Lösungsbegriff aus dem Alltag noch nicht bekannt ist oder mit dem behandelten Phänomen nicht in Verbindung gebracht wird. Unter den fachlich adäquaten und unange-

messenen Antworten sind ebenfalls Vermutungen zu finden, die nicht ohne Weiteres als korrekt oder inkorrekt eingestuft werden können. So kann aus der Aussage, „Zucker geht unten“ (Medine) entnommen werden, dass der Zucker herabsinkt und als Bodensatz zu sehen ist. Da die Schülerin nicht über diese initiale Beobachtung hinausgeht, kann nicht abschließend geklärt werden, ob damit die Vorstellung verbunden ist, dass aus diesem Versuch keine Lösung hervorgeht. Das Entstehen einer übersättigten Lösung hingegen kann beim Einhalten der vorgegebenen Versuchsanleitung grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Um über chemische Sachverhalte kommunizieren zu können, ist es erforderlich, die entsprechende Fachsprache zu beherrschen (vgl. Kapitel 2.2). Da aus den Ergebnissen der ersten Projektphase geschlossen werden kann, dass Lernende mit Hörschädigung häufig Unterstützung im Erlernen der chemischen Fachsprache benötigen, soll dieser Aspekt in der Unterrichtseinheit besonders berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die von Merzyn (1998a und 1998b) formulierte These, dass Lernende aufgrund der Vielzahl der Fachbegriffe im Chemieunterricht sprachlich überfordert sind, werden die für die Unterrichtseinheit benötigten Fachbegriffe im Vorfeld festgelegt und eingegrenzt (vgl. Kapitel 5.6.2). Da sich die Lerngruppen im chemischen Anfangsunterricht befinden, werden in vorbereitenden Doppelstunden neben ausgewählten theoriegeladenen Begriffen (Lösung und Teilchen) zunächst die Bezeichnungen der Laborgeräte (Becherglas, Löffelspatel) und die Begriffe zu den Experimentierschritten des Versuchsprotokolls erlernt. Zu diesem Zweck werden neben Wortkarten und Symbolen auch die entsprechenden Fachgebärden eingesetzt (vgl. Kapitel 6.2.2). Insbesondere in den Arbeitsmaterialien kommt das Anwenden von Fachbegriffen im Beschriften der Zeichnungen und Abbildungen sowie im Bearbeiten der Aufgabenformate zur Beobachtung und zur Zusammenfassung der Ergebnisse zum Einsatz. Bei den Aufgabenformaten wird im Sinne des Scaffolding zu Beginn der Unterrichtseinheit verstärkt auf geschlossene, im weiteren Verlauf auf offenere Aufgabenformate gesetzt. Wie von Merzyn (1998a und 1998b) hervorgehoben wird, ist eine breite Repräsentation der Fachbegriffe notwendig, um die dahinterstehende Bedeutung erfassen zu können. Aus diesem Grund werden die Lernenden wiederholt dazu angehalten, diese Begriffe anzuwenden. Aus den Ergebnissen der gesamten Stichprobe (vgl. Tab. 6.5) kann entnommen werden, dass die Mehrheit der Lernenden trotz unterschiedlicher Voraussetzungen die Erwartungen an die Kategorie Anwenden von Fachbegriffen (FB) erfüllen. Wenige Lernende erfüllen die Erwartungen teilweise, während lediglich zwei Lernende den Erwartungen nicht entsprechen. Einige der Ergebnisse sind in Tabelle 6.7 dargestellt.

Tab. 6.7: Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“

Kategorie: FB Anwenden von Fachbegriffen		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Julian	<p>Der Zucker hat sich im Wasser ge<u>l</u><u>ö</u><u>s</u><u>t</u>.</p> <p>Es entsteht <u>Zuckerwasser</u>.</p> <p>Wie nennen wir das?</p> <p><input type="checkbox"/> Wasser</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Lösung</p> <p><input type="checkbox"/> Zucker</p>	+
Martin		+
Medine		◆
Aaron	<p>1. Zuerst sehe ich <u>Zucker</u> im Wasser.</p> <p>2. Dann wird der Zucker immer <u>Becherglas</u>.</p> <p>3. Nach einigen Minuten kann ich den Zucker <u>nicht mehr sehen</u>.</p>	-

Wie in den Beispielen in Tabelle 6.7 zu erkennen ist, werden die Aufgabenstellungen von einigen Lernenden vollständig erarbeitet (z.B. Julian, Martin), sodass die erwarteten Begriffe korrekt verwendet werden. Bei anderen Lernenden (Medine) zeigen sich allerdings zum Teil noch umgangssprachliche oder sprachlich nicht korrekte Begriffe wie „Becher“ und „Löffel“, die den Erwartungen nicht im vollen Umfang entsprechen. Weiterhin sind die Ergebnisse eines Schülers (Aaron) dargestellt, der die Lernhilfen (z.B. Begriffskarten, Hinweise zur Beschriftung der Zeichnung) kaum zur Bearbeitung nutzt und die gestellten Aufgaben nicht den Erwartungen entsprechend erledigt. Er verzichtet beispielsweise gänzlich auf das Beschriften der Zeichnungen. Zudem ist anzunehmen, dass die Aufgabenformate inhaltlich nicht vollkommen erfasst wurden. Auch wenn aus der Darstellung der Beobachtung der zeitliche Verlauf teilweise nachvollzogen werden kann, kommt die fehlende Präzision in der Darstellungsweise der formalen Kategorien (B3) zum Tragen. Weiterhin lässt sich im Hinblick auf das Nutzen der Lernhilfen feststellen, dass diese häufiger von

Schülerinnen und Schülern mit höherem Hörverlust genutzt werden, da dort vermutlich größere Unsicherheiten bestehen.

Um zu prüfen, ob die im Vorfeld geäußerte Vermutung zutrifft, wird der Versuch der Versuchsanleitung entsprechend durchgeführt. Zur Unterstützung der Lernenden erfolgt die Formulierung der Anleitungen in *Leichter Sprache* und wird um Abbildungen ergänzt. So werden nach der Durchführung die Beobachtungen dokumentiert. Streng genommen dürfen in diesem Experimentierschritt keine Hinweise auf die Versuchsdeutung enthalten sein (vgl. Kapitel 6.3.5), sodass die Bezeichnung des Produktes an dieser Stelle noch nicht zu verwenden ist. Um die für die Lernenden als anspruchsvoll eingestuften Begriffe wie klare oder farblose Flüssigkeit und homogenes Stoffgemisch zu vermeiden, wird an dieser Stelle bewusst auf die strenge Trennung der Schritte verzichtet.

Hinsichtlich der formalen Kriterien wird erwartet, dass die Beobachtung in drei Schritten dargestellt ist, die relevanten Elemente enthält und diese präzise dargestellt sind. Im Bereich der inhaltlichen Kriterien wird von den Schülerinnen und Schülern gefordert, dass sie in den Zeichnungen darstellen, wie der Zucker sich zunächst am Boden des Becherglases befindet, sich fein verteilt und letztlich makroskopisch nicht mehr wahrgenommen werden kann (vgl. Kapitel 5.2.2). Ausgewählte Darstellungen sind in Tabelle 6.8 aufgeführt.

Tab. 6.8: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“

Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B1-B3)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Julian		+
		+
		◆
Maxim		+
		+
		◆
Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B4-B6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Charlene		+
		+
		+
Jenik	<p>- Fülle den Lückentext aus!</p>	+
		+
		+
Louis	<p>- Fülle den Lückentext aus!</p>	+
		+
		+
Malte	<p>- Fülle den Lückentext aus!</p> <p>1. Zuerst sehe ich Zucker im Wasser</p>	+
		+
		+
Meyra		+
		+
		+
Lars		◆
		+
		◆

Wie aus der Kodierung zur Darstellung der Beobachtung (B1-B6) hervorgeht, haben fast alle Lernenden die alternative Darstellungsform dazu optimal genutzt, ihre Beobachtungen fachlich adäquat darzustellen. Wenige Zeichnungen werden dahingehend eingeschätzt, dass sie die Erwartungen an die Kategorie B3 (Präzision der Darstellungsweise) nur teilweise erfüllen (vgl. Julian, Maxim, Lars, Tab. 6.7 Aaron). In anderen Zeichnungen hingegen erfolgt die Ausführung der Beobachtungen wesentlich detaillierter und präziser. Es kann daher angenommen werden, dass die Lernenden unterschiedliche Begabungen für das Anfertigen von Zeichnungen aufweisen oder dass ihnen diese Tätigkeit in einem unterschiedlichen Maß Freude bereitet. Wenige Darstellungen erfüllen die Erwartungen hinsichtlich der Kategorien B4 und B6 teilweise.

Während einige Schülerinnen und Schüler ihre Darstellungen mit der Zugabe des Wassers (Charlene) oder des Zuckers beginnen (Louis, Malte), befindet sich der zu lösende Stoff in anderen Zeichnungen (Maxim, Meyra) bereits im Reaktionsgefäß. Weiterhin wird in einigen Zeichnungen auf das Verrühren mit dem Löffelspatel (Malte, Louis, Jenik) hingewiesen. In der Darstellung einer Schülerin (Charlene) werden Informationen zu den Volumina der Stoffe gegeben, die allerdings für den zu lösenden Stoff als nicht zutreffend einzustufen sind. Streng genommen handelt es sich bei den zuvor genannten Aspekten (Zugabe der Stoffe, Tätigkeit des Rührens) um die Durchführung. Da die Lernenden wenig Erfahrung im Protokollieren aufweisen, fällt diese Ungenauigkeit kaum ins Gewicht.

In allen aufgeführten Darstellungen wird die Zuckerlösung nicht nur als solche sprachlich gekennzeichnet, sondern auch optisch vom Wasser unterschieden. Die dargestellten Punkte in der Lösung (Louis, Malte) stellen dabei in einigen Fällen das Unterscheidungsmerkmal dar. Gleichzeitig wird nicht davon ausgegangen, dass der Zucker ihrer Ansicht nach visuell noch wahrgenommen werden kann, was auch durch die Beschriftungen erklärt wird. Weiterhin wird in der Zeichnung einer Schülerin (Meyra) durch den Kommentar „Zucker mit Wasser (süß)“ auf den Geschmack der Lösung hingewiesen und damit der Bezug zur ihren Alltagserfahrungen hergestellt. Jedoch geben die Beschriftungen eines Schülers (Lars) Hinweise darauf, dass seiner Ansicht nach aus diesem Versuch keine Lösung hervorgeht, da der Zucker noch als Bodenkörper zu sehen ist. Damit werden die Erwartungen an die Kategorien B4 und der Gesamtbeurteilung B6 nur teilweise erfüllt. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Lernenden mit wenigen Ausnahmen die zeichnerische Darstellungsform für die Beobachtungen angemessen nutzen können.

Im Anschluss an die Darstellung der Beobachtung erfolgt die Interpretation derselben. Um chemische Sachverhalte erklären zu können, ist es erforderlich, die makroskopische Ebene zu verlassen und in der Argumentation auf die submikroskopische Ebene zurückzugreifen. Dieser Erklärungsebene liegen theoretische Modellvorstellungen zugrunde, die streng von den Bedingungen der stofflichen Ebene zu trennen sind. Ein kompetenter Umgang mit den Repräsentationsebenen der Chemie stellt zweifelsohne ein konstitutives Merkmal der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen dar und ist gleichzeitig Hauptursache der Schwierigkeiten beim Lernen von Chemie (vgl. Kapitel 2.1.3). So entsteht eine Reihe von Mischkonzepten, aus denen deutlich wird, dass die Modellebene nicht ausreichend von der makroskopischen Betrachtungsebene differenziert wird. Weiterhin ist aus Untersuchungen bekannt, dass Lernende in frühen Stadien der Entwicklung von Teilchenvorstellungen zunächst auf der stofflichen Ebene verweilen (vgl. Kapitel 6.3.5). Da von den Schülerinnen und Schülern das selbstständige Herleiten des Teilchenmodells kaum erwartet werden kann, erfolgt die Einführung des Teilchenmodells als theoretisches Konstrukt und die Einführung des Sachmodells aus Knetmasse durch die Lehrperson (vgl. Kapitel 6.2.2). Gemäß des vermittelten Erklärungsmusters wird der Lösungsvorgang als gleichmäßige Verteilung aufgefasst und durch die vorliegenden Anziehungskräfte der Teilchen begründet. Außerdem wird auf Grundlage des verallgemeinerten Teilchenbegriffs von Zucker-Teilchen sowie von Wasser-Teilchen gesprochen. Von den Lernenden wird inhaltlich erwartet, dass sie die genannten Komponenten darstellen und diese als Teilchen bezeichnen. Die Teilchen liegen zunächst getrennt voneinander vor, wobei aufgrund der Wechselwirkungen und thermischen Bewegung der Teilchen eine gleichmäßige Verteilung eintritt (Solvatation und Dispersion). Weiterhin wird erwartet, dass eine Trennung von makroskopischen Bedingungen vorgenommen wird. Die Erwartungen der formalen Kriterien stimmen grundsätzlich mit denen der Beobachtung überein.

Damit die Schülerinnen und Schüler einen Wechsel in der Erklärungsebene vornehmen können, werden zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen einige Lernhilfen zur Verfügung gestellt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten zuerst farbige Knetmasse, aus der sie ihr eigenes Anschauungsmodell entwickeln und dieses anschließend zeichnerisch darstellen sollen. In der zweiten Aufgabenstellung bekommen die Lernenden gestufte Lernhilfen zur näheren Darstellung bzw. zur Korrektur ihrer Vorstellungen. In den gestuften Lernhilfen wird der Lösungsvorgang zunächst auf makroskopischer Ebene kleinschrittig beschrieben und anschließend auf die Teilchenebene übertragen. Zudem werden Hinweise darauf gegeben, dass eine Trennung der Repräsentationsebenen vorzunehmen ist, was sich einerseits

auf der sprachlichen Ebene (z.B. Gebrauch des Zucker-Teilchen statt Zucker) und andererseits in Hinweisen zur zeichnerischen Darstellung (z.B. Hinweis auf das Weglassen der Versuchsapparatur) äußert (vgl. Kapitel 5.5.4). Durch den Zwischenschritt der ersten Ideen (E*) können Einblicke in die Vorstellungen der Lernenden nach der Einführung des Teilchenmodells gewonnen werden, während aus der Erklärung (E) hervorgeht, zu welchen Ergebnissen sie durch die stärker gelenkte Aufgabenstellung kommen. Da die formalen Kriterien in diesem Bereich von nahezu allen Lernenden im vollen Umfang erfüllt wurden, liegt der Schwerpunkt der nachfolgenden Ausführungen in den inhaltlichen Aspekten. Die in Tabelle 6.9 zusammengefassten Ergebnisse der ersten Ideen und der Erklärungen geben einen Überblick in die Diversität der Stichprobe.

Tab. 6.9: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“

Kategorie: E* Darstellung der ersten Ideen (E*4-E*6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Malte		+ + +
Martin		♦ ♦ ♦
Osman		- ♦ -
Charlene		- - -
Medine		- - -
Meyra		- - -
Kategorie: E Darstellung der Erklärung (E4-E6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Medine		♦ ♦ ♦
Meyra		♦ + ♦
Osman		+ ♦ ♦

Trotz der grundsätzlich vorherrschenden Diversität der Lerngruppe zeigen sich insbesondere im Umgang mit der submikroskopischen Ebene gewisse Fehlerschwerpunkte, die eindeutig im Wechsel der Erklärungsebenen liegen. Anhand der Ergebnisse der ersten Ideen wird deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler durch die erste Einführung nur in Ausnahmen eine fachlich angemessene Vorstellung von der submikroskopischen Ebene erwerben (Malte), was für die Erstbegegnung mit der Thematik beachtlich erscheint. Dass die Darstellungen der übrigen Lernenden von bekannten Fehlvorstellungen oder eher makroskopischen Betrachtungsweisen gekennzeichnet sind, ist aufgrund der Neuheit und Abstraktheit der Thematik nicht ungewöhnlich. Bei einer Vielzahl der Schülerinnen und Schüler, die in Ansätzen eine Teilchenvorstellung erworben haben, ist eine eindeutige Vermischung der Repräsentationsebenen zu erkennen (z.B. Martin), sodass die Erwartungen an die Kategorien teilweise erfüllt werden konnten. Außerdem entsteht bei einigen Lernenden trotz der optischen Darstellung von Teilchen (dargestellt als Kreise, Punkte) der Eindruck, dass es sich eher um makroskopische Beschreibungen handelt (z.B. Charlene, Medine). Im Folgenden werden die unterschiedlichen Kodierungen begründet.

In der aufgeführten Darstellung eines Schülers (Malte) wird der zeitliche Verlauf des Lösungsvorganges korrekt dargestellt. Dabei liegen die Teilchen, die auch als solche bezeichnet werden, zunächst getrennt voneinander vor und verteilen sich aufgrund der vorherrschenden Wechselwirkungen schließlich gleichmäßig, was einer Solvatation und Dispersion entspricht. Dabei wird, mit Ausnahme des Becherglases, kein Bezug zur stofflichen Ebene hergestellt. Trotz des Becherglases wird dieses Ergebnis als fachlich angemessen eingestuft, da zu erwarten ist, dass der Schüler die Teilchen nicht ohne jeglichen Referenzpunkt im luftleeren Raum darstellen wollte. Zudem sind ähnliche Darstellungen, in denen die chemischen Repräsentationsebenen vermischt werden, nicht selten in Schulbüchern zu finden (vgl. z.B. Steffensky, Parchmann & Schmidt 2005), sodass das Zeichnen des Becherglases bei der Bewertung weniger ins Gewicht fällt. Bei den anderen Schülerinnen und Schülern liegen ebenfalls Defizite in der zeitlichen und logischen Reihenfolge (E*4) und insbesondere in der Trennung der Ebenen vor, die der Teilchen-im-Kontinuum-Vorstellung entsprechen. Die Darstellung eines Schülers (Martin) erfüllt die Erwartungen an die Kategorien E*4, E*5 und E*6 teilweise. So ist den Zeichnungen zu entnehmen, dass zuerst eine gleichmäßige Verteilung, dann eine Trennung und anschließend wieder eine gleichmäßige Verteilung vorliegt. Zudem werden durch den Hinweis „schüteln“ und durch die Phasengrenze eindeutige Bezüge zur stofflichen Ebene hergestellt. Auch bei anderen Lernenden (z.B. Osman) liegen Defizite in der zeitlichen und logischen Reihenfolge sowie im Tren-

nen der Ebenen vor, die durch die fehlende Bezeichnung als Teilchen deutlich werden. Bei einer Schülerin (Meyra) ist eine deutliche Vermischung der Ebenen zu erkennen, die durch die Kommentare „Zucker unten“, „Zucker noch da“ und „Zucker nicht sehen“ bestätigt wird. In ihren Darstellungen sind die Zucker-Teilchen letztlich nicht mehr vorhanden, da diese auch makroskopisch nicht mehr wahrgenommen werden konnten, was einem klassischen Mischkonzept entspricht. In einer Darstellung einer Schülerin (Charlene) ist eine ähnliche Fehlvorstellung zu finden, wobei die Teilchen aber insgesamt weniger werden. Zudem wird durch die Kommentare „Zucker ist rot und Wasser schwarz“ und „es wird immer weniger“ suggeriert, dass es sich vermutlich eher um eine makroskopische Beschreibung handelt, da ein konkreter Bezug zu den Eigenschaften des Sachmodells (Farbe der Knetmasse) hergestellt wird. Hier ist ein generelles Problem von Sachmodellen zu erkennen. In den zuletzt aufgeführten Zeichnungen der ersten Ideen (Medine) konnte den Erwartungen der inhaltlichen Kriterien nicht entsprochen werden. Wie in anderen Ausführungen (z.B. Meyra) wird durch das „Verschwinden“ der Zucker-Teilchen der Bezug zur stofflichen Ebene hergestellt und zudem durch die eingezeichnete Phasengrenze verdeutlicht. Allerdings sollen mithilfe der gestuften Lernhilfen die Defizite in der zeitlichen und logischen Reihenfolge sowie in der Trennung der Ebenen aufgegriffen und korrigiert werden. Durch die stärker strukturierte Aufgabenstellung, die durch die gestuften Lernhilfen vorliegt, gelingt es allen Lernenden, sich entweder hinsichtlich der zeitlichen und logischen Reihenfolge oder der Trennung der Ebenen zu verbessern und teilweise zu den richtigen Ergebnissen zu kommen (z.B. Medine, Meyra, Osman). Da in der Zeichnung zweier Schülerinnen (Medine, Meyra) die Zucker-Teilchen letztlich noch vorhanden, aber nicht gleichmäßig verteilt sind, kann hier von einer Verbesserung in den genannten Kategorien und einer teilweisen Entsprechung der Erwartungen gesprochen werden. Ebenfalls wird der Bezug zur stofflichen Ebene seltener hergestellt (Meyra), was jedoch nicht in allen Fällen zutrifft (Osman) und daher in Unterrichtsgesprächen aufgegriffen werden sollte.

Aus den dargestellten Ergebnissen kann festgehalten werden, dass die Lernenden über unterschiedliche sprachliche Fähigkeiten verfügen und sich diese in den Vermutungen deutlich zeigen. Die Vermutungen bilden inhaltlich ein heterogenes Bild, wobei eine Vielzahl der Schülerinnen und Schüler zu fachlich angemessenen Vermutungen kommt, in denen häufig inhaltliche und sprachliche Bezüge zu konkreten Alltagserfahrungen hergestellt werden (auflösen, sprudeln). Bei anderen Lernenden hingegen wird deutlich, dass keine Verbindung zum Lösungsvorgang im Alltag vorliegt, wenig Vorwissen abrufbar ist oder die Begriffsbedeutungen nicht im vollen Umfang erfasst wurden. Durch die vorbereitenden

sprachförderlichen Maßnahmen und die Auswahl der Aufgabenformate gelingt es fast allen Lernenden, die erwarteten Fachbegriffe korrekt anzuwenden. Bei den wenigen Lernenden, denen das Anwenden der Fachbegriffe mit Einschränkungen oder nicht gelungen ist, werden alltagssprachliche Begriffe (z.B. Becher) verwendet oder gänzlich auf das Anwenden der Fachbegriffe zur Beschriftung verzichtet. Daraus kann geschlossen werden, dass den Lernenden die Aufgabenstellung entweder inhaltlich nicht ausreichend bekannt ist oder dem jeweiligen Lernstil der Schülerinnen und Schüler nicht entsprochen werden konnte. Die Beobachtungen hingegen werden von nahezu allen Lernenden fachlich adäquat, mit der notwendigen Präzision sowie in einem angemessenen Umfang dargestellt. In wenigen Ausnahmen sind Defizite in der Präzision und in der zeitlichen und logischen Reihenfolge vorhanden. Im Hinblick auf den erforderlichen Wechsel der Repräsentationsebene zur Deutung liegen bei wenigen Lernenden auf Anhieb fachlich angemessene Vorstellungen vor, was für die Erstbegegnung mit der Thematik bereits bemerkenswert ist. Andere Schülerinnen und Schüler hingegen weisen eine Reihe bekannter Fehlvorstellungen auf, die sich durch das Nutzen der gestuften Lernhilfen in einem stärker strukturierten Lernangebot vermindern, wie aus den Ergebnissen der gesamten Stichprobe erkennbar ist (vgl. Tab. 6.5). Welche Vorstellungen tatsächlich erworben werden, lässt sich besonders in den ersten Ideen erkennen, in denen die Lernenden ihre Vorstellungen modellieren und zeichnerisch darstellen. Ob sich die Vorstellungen durch das stärker gelenkte Lernarrangement dauerhaft verändern, lässt sich in den ersten Ideen der folgenden Versuche nachvollziehen.

6.4.1.2 Versuch 2 – Eindampfen einer Zuckerlösung

Nach Abschluss des ersten Versuches und der Dokumentation desselben soll nachgewiesen werden, dass die gelöste Substanz durch das Verfahren des Eindampfens zurückgewonnen werden kann. Dazu werden die Schülerinnen und Schüler mit der Fragestellung konfrontiert, was sich beim Erhitzen der Lösung ereignen mag. Aufgrund der hohen Temperaturen beim Erhitzen ist eine Rückführung des kristallinen Zuckers jedoch nicht möglich, sodass dieser in Form von Karamell zurückgewonnen wird (vgl. Kapitel 5.2.3). Die Ergebnisse, die aus den Arbeitsmaterialien der Lernenden gewonnen wurden, werden vorgestellt und deren Beurteilung erläutert. In der Tabelle 6.10 sind die Ergebnisse der gesamten Stichprobe zusammengefasst.

Tab. 6.10: Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250)

Variable	Formale Kriterien										Inhaltliche Kriterien										
	B1	B2	B3	E*1	E*2	E*3	E1	E2	E3	V	FB	B4	B5	B6	E*4	E*5	E*6	E4	E5	E6	
Name																					
Aaron	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charlene	+	◆	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	◆	+	+	+	+	+
Darius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fatos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gülray	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jenik	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Julian	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lars	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leyla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Louis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malte	+	+	◆	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Martin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maxim	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meyra	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Michaela	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Moritz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nieva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Osman	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patrick	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Steven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Formale Kriterien
 B1 formale Sequenzierung
 B2 Vollständigkeit
 B3 Präzision
 E*/E1 formale Sequenzierung
 E*/E2 Vollständigkeit
 E*/E3 Präzision

Inhaltliche Kriterien
 V Außen einer Vermutung
 B4 inhaltliche Sequenzierung
 B5 Trennung der Ebenen
 B6 fachliche Adäquatheit
 E*/E4 inhaltliche Sequenzierung
 E*/E5 Trennung der Ebenen
 E*/E6 fachliche Adäquatheit

Vor der Durchführung des Versuchs werden die Lernenden gebeten, ihre Vermutung über den Ausgang des Experiments zu formulieren. Wie den Ergebnissen der gesamten Stichprobe zu entnehmen ist, liegen die meisten Schülerinnen und Schüler mit ihrer Vermutung richtig, dass das Wasser verdampft und damit der gelöste Stoff zurückgewonnen werden kann. Einige Lernende haben ihre Vermutung jedoch weniger eindeutig formuliert, sodass nicht abschließend geklärt werden kann, ob diese nun fachlich angemessen oder unangemessen ist. Bei anderen Lernenden konnte jedoch eindeutig darauf geschlossen werden, dass ihre Vermutung nicht den fachlichen Erwartungen entspricht. In der Tabelle 6.11 wird ein Überblick über die unterschiedlichen Vermutungen gegeben.

Tab. 6.11: Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“

Kategorie: V Äußern einer Vermutung		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Nieva	Ich vermute, <u>das das Wasser kocht und</u> <u>das das Zucker dann wieder zurückkommt.</u>	+
Osman	Ich vermute, <u>das ich mit Feuer das</u> <u>Zucker von Wasser los werde.</u>	+
Medine	Ich vermute, <u>es wird dampfen</u>	#
Darius	^{Vermutung:} Ich vermute, dass <u>Zucker mit Gasformung mit</u> <u>fliegt</u>	-
Michaela	^{Vermutung:} Ich vermute, <u>es verdampft</u> <u>verdampft • verbrannt</u>	-

Wie bereits in den Ergebnissen des ersten Versuchs thematisiert wurde, werden anhand der Vermutungen nicht nur das Vorwissen, sondern auch die unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler deutlich. Aus den fachlich angemessenen Annahmen geht hervor, dass der Zucker durch das Erhitzen zurückgewonnen und vom Wasser getrennt werden kann (Nieva, Osman). Jedoch sind in den inhaltlich korrekten Vermutungen einige Formulierungen zu finden, die weniger dem für Versuchsprotokolle angemessenen Sprachregister der Bildungssprache (z.B. verdampfen, Brennerflamme, erhitzen), sondern eher der Alltagssprache (zurückkommt, Feuer, los werde) zuzuordnen sind. Insgesamt werden die Erwartungen an die Kategorie von einem Großteil der Lernenden aber inhaltlich erfüllt. Aus anderen Äußerungen geht nicht genau hervor, welche Vorstel-

lung über den Verlauf und den Ausgang des Versuchs vorliegt, sodass nicht beurteilt werden kann, ob die Erwartungen an die Kategorie erfüllt werden. Aus der Vermutung „es wird dampfen“ (Medine) wird nicht eindeutig klar, ob es sich um eine initiale und fachlich angemessene Beobachtung handelt oder ob die Schülerin davon ausgeht, die Lösung könne unendlich lange erhitzt werden. Aus der Äußerung „Zucker mit Gasförmig mit fliegt“ (Darius), die auf das Verdampfen des Zuckers hindeutet, kann eindeutig abgeleitet werden, dass es sich nicht um die erwartete Vermutung handelt. Andere Vermutungen lassen darauf schließen, dass vermutlich inhaltliche oder begriffliche Unsicherheit darüber besteht, ob das Zuckerwasser verdampft oder verbrennt, wobei sich die Schülerin letztlich für das Verbrennen entscheidet (Michaela). Um diesen sprachlichen und wohl auch inhaltlichen Defiziten entgegenzuwirken, sollten diese Begriffsbedeutungen im Unterricht erneut aufgegriffen und inhaltlich voneinander differenziert werden. Da der Zucker bei langem Erhitzen tatsächlich verkohlt, wäre die Vermutung der Schülerin inhaltlich richtig, hätte sie explizit auf die gelöste Substanz verwiesen. Mit der anschließenden Durchführung des Experiments können die Lernenden selbst überprüfen, ob ihre Vermutungen sich als korrekt erweisen.

Im Hinblick auf das Anwenden von Fachbegriffen wird von den Lernenden erwartet, dass sie die Bezeichnungen der Laborgeräte (z.B. Abdampfschale, Stativ, Gasbrenner, Stativring) sowie die Begriffe verdampfen, Wasserdampf, brauner Stoff und Teilchen verwenden, die zum Beschriften der Abbildungen und Zeichnungen sowie zum Bearbeiten der Aufgabenformate benötigt werden. Anders als im vorherigen Versuch wird an dieser Stelle eine Trennung zwischen Durchführung und Beobachtung vorgenommen und auf den Begriff des braunen Stoffs in der Aufgabenstellung verwiesen (vgl. Kapitel 5.5.2). Die zusammenfassende Darstellung der inhaltsanalytischen Auswertung zeigt, dass es den meisten Schülerinnen und Schülern erneut gelungen ist, die erwarteten Fachbegriffe anzuwenden, sodass die Erwartungen an die Kategorie erfüllt wurden. Hier darf angenommen werden, dass die vorbereitenden Doppelstunden, in denen die Fachbegriffe eingeübt wurden, und die unterrichtsbegleitenden Lernhilfen zu diesem Lernerfolg beigetragen haben. Weiterhin liegen, wie bereits erwähnt, aufgrund der zum Teil unkonkreten Formulierungen der Vermutungen Hinweise vor, dass eine Wiederholung bestimmter Fachbegriffe notwendig ist. Lediglich ein Schüler hat die Erwartungen an die vorliegende Kategorie zum Teil erfüllt, während drei Lernende die Erwartungen nicht erfüllt haben. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass einige Lernende die zur Verfügung gestellten Lernhilfen nicht ausreichend genutzt haben, ihnen die Anforderungen der Aufgabenstellungen nicht ausreichend bekannt waren oder die vorliegenden Lernformen nicht ihren individuellen Lernstilen entsprachen.

Bei den Termini, die in diesen Fällen keine Anwendung gefunden haben, handelt es sich überwiegend um den Teilchenbegriff, wobei stattdessen die Bezeichnungen der Stoffe genannt wurden. Daraus kann ebenfalls geschlossen werden, dass die Vorstellungen hinsichtlich des theoriegeladenen Teilchenbegriffs noch nicht erfasst wurden. Die Ergebnisse der Lernenden sind exemplarisch in Tabelle 6.12 dargestellt.

Tab. 6.12: Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“

Kategorie: FB Anwenden von Fachbegriffen		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Leyla	<p>Das Wasser ver <u>dampft</u>.</p> <p>Es bleibt ein <u>braunes</u> Stoff zurück.</p> <p>Wie heißt der Stoff?</p> <p><input type="checkbox"/> Wasser</p> <p><input type="checkbox"/> Zuckerwasser</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Zucker/Karamell</p>	+
Steven		+
Michaela		-

Wie in den Beispielen in Tabelle 6.12 zu erkennen ist, haben einige Lernende die Aufgabenformate vollständig erarbeitet (Leyla und Steven) und alle erwarteten Begriffe in den Aufgabenformaten und in den Beschriftungen verwendet. Der Verweis auf den Begriff „Karamel“ anstelle des braunen Stoffes (Steven) zeigt, dass die Geruchsentwicklung zu dieser Interpretation beigetragen hat und eine Verbindung zu konkreten Alltagserfahrungen hergestellt wurde. Allerdings verwechselt der Schüler (Steven) in der Beschriftung die Begriffe Wasser und Zuckerwasser, die schnell zu verwechseln sind, da das Zuckerwasser äußerlich wie normales Wasser aussieht. Dass es sich bei der Bezeichnung des Produktes bereits um eine Interpretation der Beobachtung handelt, fällt kaum ins Gewicht, da diese

Trennung im vorherigen Versuch bewusst aufgehoben wurde, um Begriffe wie farblose oder klare Flüssigkeit zu vermeiden. Aus den Arbeitsergebnissen einer Schülerin (Michaela) wird deutlich, dass sie keinen der zuvor thematisierten Fachbegriffe in ihren Zeichnungen aufgreift. Der Verlauf des Experiments kann aus der wenig differenzierten Darstellung und der fehlenden Beschriftung nicht vollkommen nachvollzogen, sondern nur erahnt werden, sodass sich diese Mängel sowohl in den formalen Kriterien (B2, B3) als auch in den inhaltlichen Kriterien (B4, B6) fortsetzen. Da es sich bei der betreffenden Schülerin um eine eher leistungsschwache Lernende mit einer Lernbeeinträchtigung handelt, ist es denkbar, dass sie für die Bearbeitung weitere Unterstützung benötigt hätte.

Aus den Ergebnissen der gesamten Stichprobe kann im Hinblick auf die Darstellung der Beobachtung entnommen werden, dass die Schülerinnen und Schüler bis auf eine Ausnahme die zeichnerische Darstellungsebene den inhaltlichen Erwartungen entsprechend genutzt haben. Weiterhin liegen bei wenigen Lernenden leichte Defizite im Bereich der formalen Kriterien (B2) vor. Ausgewählte Darstellungen der Lernenden zur Beobachtung sind in Tab. 6.13 abgebildet, um einen Überblick über die überwiegend fachlich angemessenen und die wenigen nur teilweise angemessenen Ergebnisse zu geben.

Tab. 6.13: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“

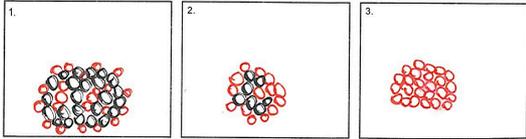
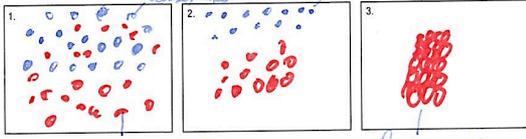
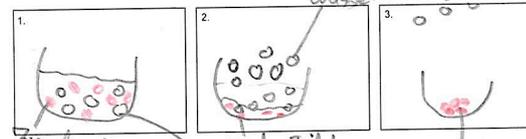
Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B4-B6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Aaron	<p>- Fülle den Lückentext aus!</p>	+
		+
		+
Osman	<p>- Fülle den Lückentext aus!</p>	+
		+
		+
Peter		+
		+
		+
Gülay		♦
		+
		♦
Patrick		♦
		+
		♦
Milan		-
		+
		-

Die in allen Kategorien als angemessen eingestuft Ergebnisse weisen gewisse Unterschiede in ihrer Darstellungsweise auf. Während in einer Zeichnung Aspekte der Durchführung durch das Pipettieren dargestellt sind (Osman), gehen andere Zeichnungen bereits vom Verdampfen des Wassers (Peter) aus. In einer anderen Darstellung setzt das Verdampfen erst nach einiger Zeit ein, das in der zweiten Abbildung dargestellt ist (Aaron). Die Darstellungen unterscheiden sich insgesamt im Grad ihrer Detailliertheit. In der Aufgabenstellung wird vorgeschlagen, die Zeichnung mit den Begriffen Abdampfschale, Zuckerwasser, Dampf und brauner Stoff zu beschriften und diese Aspekte demnach darzustellen. Während in einigen Darstellungen diese Erwartungen erfüllt werden (z.B. Peter), wird in anderen Zeichnungen darüber hinaus die Apparatur (Stativ, Stativring, Gasbrenner, Kerze) detail-

liert abgebildet (z.B. Aaron, Osman, Milan). In den aufgeführten Zeichnungen kann das Produkt mit Ausnahme eines Schülers (Milan) deutlich identifiziert werden. In einer Zeichnung (Osman) wird auf das Entstehen des Produkts durch die Beschriftung „Karemelle“ hingewiesen. Wie zuvor erwähnt, wurde im vorherigen Versuch die Trennung der Experimentierschritte bewusst aufgehoben, sodass die Vorwegnahme der Deutung nicht negativ gewertet werden kann. Als teilweise angemessen können beispielsweise Darstellungen eingestuft werden, in denen die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse nicht korrekt oder nicht in ausreichender Form wiedergegeben wird. Zwar ist in den aufgeführten Darstellungen das Entstehen eines braunen Stoffes abgebildet (Gülay, Patrick), jedoch sind Mängel in der Darstellung der Lösung zu erkennen, die entweder nicht dargestellt ist (Patrick), nicht ausreichend oder mit fachlich unangemessen Begriffen beschriftet wurde (Gülay). Es ist wahrscheinlich, dass ebenfalls Begriffsverwechslungen stattgefunden haben. Weiterhin kann bei einer Schülerin (Gülay) vermutet werden, dass sie annimmt, es handele sich bei der erhitzten Flüssigkeit um Wasser, nicht aber um eine Lösung. Um ihre fachlich unangemessene Annahme zu korrigieren, könnte einerseits Wasser und andererseits Zucker erhitzt werden, um aufzuzeigen, dass im Falle des Wassers kein Rückstand in der Abdampfschale verbleibt, im Falle des Zuckers aber sehr wohl. Die Mängel der Zeichnungen schlagen sich auch in den formalen Kriterien (B2) und im Anwenden der Fachbegriffe nieder. Lediglich eine Darstellung kann im Hinblick auf die zeitliche und logische Reihenfolge und demnach auch in der Gesamtbewertung nicht als fachlich angemessen eingestuft werden. In Fall dieses Schülers (Milan) ist zwar die Apparatur des Versuchs ausführlich gezeichnet und beschriftet, jedoch ist bis auf den angedeuteten Dampf der Verlauf des Versuchs nicht erkennbar. Vermutlich hat sich der Schüler so stark auf das Abbilden der Apparatur und auf das Beschriften konzentriert, dass ihm das Darstellen des Versuchsablaufs möglicherweise entfallen ist. Dafür spricht, dass der Schüler (Milan) eine Kerze, die er aufgrund eines kaputten Gasbrenners verwendet hat, anstelle des Gasbrenners dargestellt hat. In diesen Fällen könnte stärker darauf hingewiesen werden, dass ebenso wie einem schriftsprachlichen Versuchsprotokoll auch den Zeichnungen inhaltliche Kriterien zugrunde liegen sollten.

Um einen Einblick in die Vorstellungen der Lernenden auf der submikroskopischen Ebene zu geben, sind ausgewählte Ergebnisse der Lernenden in Tabelle 6.14 zusammengefasst.

Tab. 6.14: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“

Kategorie: E* Darstellung der ersten Ideen (E*4-E*6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Louis	- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern: Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen	+
		+
Moritz	Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen <i>Wasser-Teilchen Wasserdampf</i>	+
		♦
	<i>Zucker-Teilchen festes Zucker-Teilchen</i>	♦
Osman	- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern: Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen	+
		♦
	<i>Wasser-Teilchen Zucker-Teilchen Wasser-Dampf (Karamell) Zucker-Teilchen in Braun</i>	♦
Steven	Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen	+
		♦
	<i>Wasser-Teilchen Zucker-Teilchen Zucker-Teilchen</i>	♦
Michaela		-
		+
		-
Julian	- Beschrifte deine Zeichnung mit folgenden Wörtern: Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen	-
		-
	<i>Braunstoff</i>	-
Martin		-
	<i>• Zucker-Teilchen • Wasser-Teilchen</i>	-
		-

Kategorie: E Darstellung der Erklärung (E4-E6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Moritz		+
		+
		+
Steven	<p>Zucker-Teilchen, Wasser-Teilchen</p>	+
		+
		+
Julian	<p>Das Wasser verdunstet. Es bleibt ein Braune l. Stoff zurück.</p>	♦
		♦
		♦
Michaela	<p>Das Wasser verdunstet.</p>	-
		+
		-

Im Anschluss an die Darstellung der ersten Ideen soll analog zum vorherigen Versuch die endgültige Interpretation der Beobachtungen erfolgen. Dabei steht es den Schülerinnen und Schülern bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung offen, gestufte Lernhilfen zur Unterstützung heranzuziehen. Da die formalen Kriterien in diesem Bereich von nahezu allen Lernenden im vollen Umfang erfüllt wurden, liegt der Schwerpunkt der nachfolgenden Ausführungen in den inhaltlichen Kriterien.

Nachdem die Lehrperson in das Teilchenmodell eingeführt hat, sollen diese Vorstellungen bei den Lernenden vertieft werden. Die Zeichnungen der ersten Ideen lassen erkennen, ob die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, ihr neu erworbenes Wissen anzuwenden. So wird von den Lernenden erwartet, dass sie die Zuckerlösung submikroskopisch in Form einer gleichmäßigen Verteilung der Teilchen darstellen können. In den folgenden Darstellungen liegen sodann immer weniger Wasser-Teilchen vor, bis schließlich nur noch Zucker-Teilchen zu erkennen sind. Auch wenn der Zucker hier nicht in seiner kristallinen

Form, sondern als Karamell zurückgewonnen wird, erfolgt an dieser Stelle keine Unterscheidung der Substanzen auf der Teilchenebene.

Den Ergebnissen der gesamten Stichprobe aus dieser Kategorie zufolge (vgl. Tab. 6.10) konnten bereits ein paar Lernende das Teilchenmodell ohne das Auftreten von Fehlvorstellungen anwenden. So ist in der Darstellung eines Schülers (Louis) eine gleichmäßige Verteilung der Zucker- und Wasser-Teilchen erkennbar, wobei die Zahl der Wasser-Teilchen geringer wird und letztlich nur Zucker-Teilchen zurückbleiben. Hier wird den inhaltlichen Kriterien der zeitlichen und logischen Reihenfolge sowie der Trennung zwischen den Erklärungsebenen im vollen Umfang entsprochen. Ob die entwickelten Vorstellungen tatsächlich transferierbar sind, kann nur durch weitere Anwendungsbeispiele überprüft werden. Anders als die Schülerinnen und Schüler, die mithilfe des selbst generierten Sachmodells spontan zu fachlich angemessenen Ergebnissen kommen, befindet sich die Mehrzahl der Lernenden im Bereich des Hybridverständnisses. So sind Vorstellungen zu finden, in denen sowohl die makroskopische als auch die submikroskopische Ebene einbezogen wird, was aufgrund der Neuheit und Abstraktheit der Thematik aber nicht verwunderlich ist. Wie in den Entwicklungsstufen des Teilchenverständnisses durch Grüß-Niehaus & Schanze (2011) hingewiesen wird, verweilen die meisten Lernenden über einen längeren Zeitraum im Bereich des bereits angesprochenen Übergangverständnisses. Dass hier also eine Vielzahl an vorwissenschaftlichen Vorstellungen auftritt, stellt folglich kein ungewöhnliches Ergebnis dar. Die Resultate sollen im weiteren Verlauf erläutert werden.

In zwei der in Tabelle 6.14 dargebotenen Zeichnungen wird die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse bereits auf Anhieb korrekt wiedergegeben (Moritz, Osman). Die angesprochenen Schüler sind demnach in der Lage, ihr erworbenes Wissen zu transferieren und zur Deutung heranzuziehen. Dabei wird im Vergleich zu anderen Zeichnungen zumindest auf Referenzpunkte der stofflichen Ebene wie Gefäße oder Apparaturen verzichtet, jedoch durch Beschriftungen wie „Wasserdampf“, „festes Zucker-teilchen“, „Zucker-Teilchen in Braun“ darauf hingewiesen, dass eine Trennung der Ebenen noch nicht im vollen Umfang stattgefunden hat. Die angesprochenen Defizite wirken sich überdies auf die Gesamtbewertung aus, sodass die Erwartungen an die Kategorie nur teilweise erfüllt werden. Allerdings sind in den Darstellungen zahlreiche Aspekte zu erkennen, die als fachlich angemessen einzustufen sind. Weiterhin liegen zahlreiche Ergebnisse vor (z.B. Steven), in denen die fehlende Trennung der Repräsentationsebenen durch das Einzeichnen der Phasengrenze veranschaulicht wird. Darstellungen dieser Art sind der zuvor erläuterten Teil-

chen-im-Kontinuum-Vorstellung zuzuordnen (vgl. Kapitel 6.3.5). Die Phasengrenze des Wassers wird nicht mehr gekennzeichnet, sobald das Wasser vollständig verdampft ist. Den Gesamtergebnissen kann entnommen werden, dass sich die Zeichnungen von acht Schülerinnen und Schülern auf der rein stofflichen Ebene befinden oder diese aus verschiedenen Gründen als fachlich nicht angemessen eingestuft werden (vgl. Tab. 6.10). Aus den Zeichnungen eines Schülers (Julian) kann geschlussfolgert werden, dass es sich um eine rein makroskopische Beschreibung handelt. Dies wird besonders durch den Rückgriff auf den Begriff „brauner Stoff“ deutlich, welcher der Darstellung nach zu urteilen einer Mischung aus Zucker- und Wasser-Teilchen entspricht. In den Zeichnungen eines anderen Schülers (Martin) fällt auf, dass im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Lernender nicht nur ein stofflicher Referenzpunkt in die Zeichnungen integriert wird, sondern die fast vollständige Apparatur. Zudem kann dem angedeuteten Wasserdampf entnommen werden, dass es sich trotz der Verwendung des Teilchenbegriffs um eine stoffliche Betrachtung handelt. Die augenscheinlichen Mängel innerhalb der Darstellungen zeigen deutlich, dass den inhaltlichen Erwartungen hier nicht entsprochen wurde. In den Darstellungen einer Schülerin (Michaela), die den inhaltlichen Erwartungen ebenfalls nicht entsprechen, wird erneut der Lösungsvorgang anstelle des Trennverfahrens demonstriert. Es wird angenommen, dass das Teilchenmodell noch nicht im vollen Umfang verstanden wurde und auf bekannte Erklärungsmuster zurückgegriffen wurde, die für den vorliegenden Versuch allerdings nicht greifen. Daraus kann geschlossen werden, dass die Schülerin vermutlich weitere Unterstützung benötigt, die über die Verwendung der gestuften Lernhilfen hinausgehen, oder sie diese nicht wie gewünscht genutzt hat. Hingegen ist den Resultaten der gesamten Stichprobe zu entnehmen, dass die Zuhilfenahme der gestuften Lernhilfen bei anderen Schülerinnen und Schülern zum Lernerfolg beigetragen hat. Ziel der gestuften Lernhilfen ist es, auf Grundlage der stofflichen Beschreibung der Vorgänge zur entsprechenden Betrachtung auf der Teilchenebene zu kommen. Dabei wird der Wechsel der Erklärungsebene der Beschreibung durch die Begriffswahl und durch Hinweise zur Trennung der Ebenen vorgenommen. In einigen Darstellungen zur Erklärung sind keine Hinweise mehr auf das Vorhandensein des Wasserdampfes oder des Aggregatzustandes zu erkennen, sodass diese Ergebnisse als fachlich angemessen kategorisiert werden können, was ebenso auf den Verzicht der Darstellung der Phasengrenze und der Abdampfschale zutrifft (Steven). Weiterhin konnte ein Schüler (Julian) von fachlich unangemessenen zu teilweise angemessenen Ergebnissen kommen. Die dennoch vorliegenden Defizite betreffen die zeitliche und logische Reihenfolge, in der

letztlich das Verdampfen der Zucker-Teilchen und die fehlende Verwendung des Teilchenbegriffs angedeutet wird.

Es bleibt festzuhalten, dass die von den Schülerinnen und Schülern geäußerten Vermutungen aus unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen und Präkonzepten resultieren. Während eine Mehrzahl der Lernenden das erwartete Versuchsergebnis vorhersagt, kann bei einigen Schülerinnen und Schülern aufgrund des mehrdeutigen Antwortverhaltens nicht abschließend geklärt werden, ob es sich um fachlich angemessene oder unangemessene Präkonzepte handelt. Aus den Ergebnissen kann jedoch geschlussfolgert werden, dass das Anwenden von Fachbegriffen durch die sprachförderlichen Maßnahmen und die unterrichtsbegleitenden Lernhilfen bis auf wenige Ausnahmen unterstützt wird. Da die Lernenden, die in diesem Bereich die Erwartungen an die Kategorien nicht oder nur teilweise erfüllen, in ihrer Dokumentation weitgehend auf den Teilchenbegriff verzichtet haben, kann angenommen werden, dass (auch) der begriffliche Umgang mit den Repräsentationsebenen ihnen nicht ausreichend bekannt ist. Demzufolge sind weitere Anwendungsbeispiele heranzuziehen, in denen die aufgetretenen Aspekte reflektiert werden können. Die zeichnerische Dokumentation der Beobachtung wird von den Schülerinnen und Schülern den formalen und inhaltlichen Erwartungen entsprechend durchgeführt. Die bei wenigen Lernenden vorliegenden leichten Mängel der Präzision und der zeitlichen und logischen Reihenfolge können in weiteren Anwendungsbeispielen aufgegriffen werden, um fachliche Unsicherheiten zu klären. Die Ergebnisse der ersten Ideen und der Erklärungen geben begründeten Anlass zu der Annahme, dass wenige Schülerinnen und Schüler auf Antrieb durch die Unterstützung von Sachmodellen angemessene Vorstellungen zum Teilchenmodell entwickeln können. Bei den meisten Lernenden liegen Hybridvorstellungen vor, die aufgrund der Neuheit und Abstraktheit der Thematik nicht ungewöhnlich erscheinen. Deutliche Verbesserungen können durch die Zuhilfenahme der gestuften Lernhilfen erzielt werden.

6.4.1.3 Versuch 3 – Lösen von Salz

Im Anschluss an das Lösen des Zuckers und das Eindampfen der resultierenden Zuckerlösung werden die durchgeführten Experimente am Beispiel von Salz wiederholt. Die weiteren Anwendungsbeispiele sollen dazu genutzt werden, eine breitere Repräsentation der neu erlernten Begriffe zu geben und eine Vertiefung der Konzepte anzustreben. Da die Lernenden zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht über differenzierte Kenntnisse zum Aufbau von

Stoffen verfügen und einige Lernschwierigkeiten im Wechsel der Erklärungsebenen zeigen, wird der in Kapitel 5.2 erläuterte fachliche Unterschied zwischen dem Lösungsvorgang mit Zucker sowie Salz im Wasser bewusst aufgehoben. Die Lernenden werden nicht damit konfrontiert, dass beim Lösen von Salz eine Ion-Dipol-Wechselwirkung, beim Lösen von Zucker hingegen eine Dipol-Dipol-Wechselwirkung vorliegt. Weiterhin wird der verallgemeinerte Teilchenbegriff dahingehend angewendet, dass Salz aus Salz-Teilchen, nicht aber aus verschiedenen Komponenten aufgebaut ist (vgl. Kapitel 5.4.2). Es ist allerdings erforderlich, die vorliegenden fachlichen Unterschiede zu einem späteren Zeitpunkt zu reflektieren und den Teilchenbegriff näher zu erläutern, sobald die Lernenden über differenziertere chemische Kenntnisse verfügen.

Die Zusammenfassung der inhaltsanalytischen Auswertung zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“ ist der Tabelle 6.15 zu entnehmen.

Tab. 6.15: Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250)

Variable	Formale Kriterien											Inhaltliche Kriterien									
	B1	B2	B3	E*1	E*2	E*3	E1	E2	E3	V	FB	B4	B5	B6	E*4	E*5	E*6	E4	E5	E6	
Name																					
Aaron	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Charlene	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Darius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fatos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gülal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jenik	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Julian	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lars	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leyla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Louis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malte	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Martin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maxim	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meyra	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Michaela	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Moritz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nieva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Osman	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patrick	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Steven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Formale Kriterien
 B1 formale Sequenzierung
 B2 Vollständigkeit
 B3 Präzision
 E*1/E1 formale Sequenzierung
 E*/E2 Vollständigkeit
 E*3/E3 Präzision

Inhaltliche Kriterien
 V Außen einer Vermutung
 B4 inhaltliche Sequenzierung
 B5 Trennung der Ebenen
 B6 fachliche Adäquatheit
 E*4/E4 inhaltliche Sequenzierung
 E*5/E5 Trennung der Ebenen
 E*6/E6 fachliche Adäquatheit

Von den Schülerinnen und Schülern wird erwartet, dass sie ihr Wissen des Lösungsvorgangs von Zucker in Wasser auf das Lösen von Salz in Wasser transferieren können. Ob dies gelungen ist, kann durch einen Vergleich der Gesamtauswertungen zum Lösen von Zucker bzw. Salz beantwortet werden (vgl. Kapitel 6.4.1.1). Die Gesamtübersicht der Ergebnisse zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“ zeigen gegenüber den Ergebnissen zum Lösen von Zucker überwiegend bessere Ergebnisse. Leichte Verbesserungen zeigen sich im Anwenden von Fachbegriffen und in der Darstellung der Beobachtung, wobei in diesen Bereichen bereits auf Anhieb größtenteils zufriedenstellende Ergebnisse erzielt wurden. Besonders deutliche Veränderungen zeigen sich in den ersten Ideen und in der Erklärung. Auch die inhaltlichen Erwartungen an die Vermutung können von einer deutlichen Mehrheit der Schülerinnen und Schüler im vollen Umfang erfüllt werden. In Tabelle 6.16 wird ein Einblick in die Erwartungen der Lernenden gegeben.

Tab. 6.16: Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“

Kategorie: V Äußern einer Vermutung		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Aaron	<small>o Vermutung:</small> Ich vermute, <u>Das wird verteilt und bleibt die gleiche Anzahl</u>	+
Darius	<small>o Vermutung:</small> Ich vermute, <u>es wird salzwasser schmecken, es löst</u>	+
Leyla	Ich vermute, <u>Salz wird wie mit Zucker lösen</u>	+
Malte	Ich vermute, <u>es verteilt sich</u>	+
Gülay	<small>o Vermutung:</small> Ich vermute, <u>es wird schmelzen das salzwasser löst sich</u>	-
Louis	<small>o Vermutung:</small> Ich vermute, <u>das Salz löst sich auf</u> bleibt auf dem Boden liegen	-

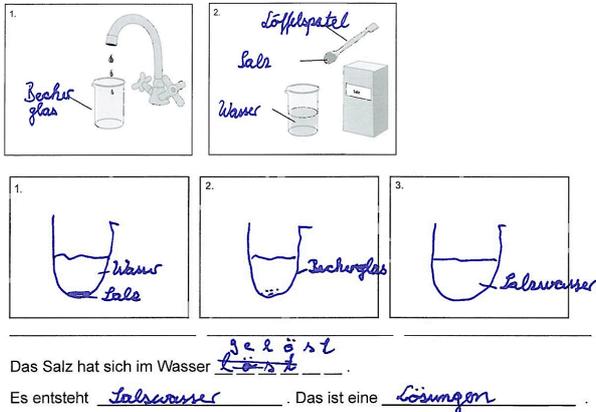
Von besonderem Interesse ist an dieser Stelle wiederum, welche sprachlichen Mittel und Präkonzepte bei den Schülerinnen und Schülern vorhanden sind. Wie aus den Beispielen hervorgeht, sind die meisten Lernenden der Ansicht, dass sich das Salz im Wasser lösen wird. Zwei Schüler gehen in ihrer Vermutung darauf ein, dass eine Verteilung des Salzes stattfinden wird (Aaron, Malte), was genau der Definition des Lösungsvorgangs entspricht,

die der Unterrichtseinheit zugrunde gelegt wurde. Aus den Feldnotizen kann entnommen werden, dass die unterrichtende Lehrperson bei der Erläuterung des Lösungsvorganges den besonderen Schwerpunkt darauf gelegt hat, dass die Masse der gelösten Stoffe dem Massenerhaltungssatz entsprechend beim Lösungsvorgang nicht verloren geht. Aus dem Hinweis eines Schülers (Aaron) „bleibt die gleiche Anzahl“ kann geschlussfolgert werden, dass sich diese Vorstellung anstelle des weit verbreiteten Vernichtungskonzeptes festgesetzt hat. Insgesamt wird in den Vermutungen häufiger der fachlich angemessene Begriff des Lösens anstelle der alltagssprachlichen Bezeichnung des Auflöses verwendet. In der Vermutung eines Schülers (Darius) „es wird salzwasser schmecken, es löst“ wird zusätzlich auf den Geschmack der entstehenden Lösung hingewiesen. An dieser Stelle ist zu beachten, dass eine Geschmacksprobe im Unterricht selbstverständlich nicht vorgenommen wurde, jedoch Verbindungen zu den Alltagserfahrungen des Lernenden deutlich werden. Aus der Vermutung einer anderen Schülerin (Leyla) „Salz wird wie mit Zucker lösen“ wird deutlich, dass ein Wissenstransfer auf das neue Anwendungsbeispiel stattfindet. Die Formulierung einer Schülerin (Gülay) „es wird ~~schmelzen~~ das salzwasser löst sich“ lässt darauf schließen, dass noch begriffliche oder inhaltliche Unsicherheiten hinsichtlich der Vorgänge des Schmelzens und des Lösens vorliegen. Sprachliche Unsicherheiten können damit zusammenhängen, dass auch die Gebärden der Termini schmelzen und lösen große Ähnlichkeiten aufweisen (vgl. Kapitel 5.5.2). Aufgrund dieser Defizite wurde der Einsatz dieser Fachgebärden in der Unterrichtseinheit bewusst vermieden. Es ist möglich, dass der Schülerin die Gebärden bereits aus der Alltagssprache bekannt waren. Da hier weder der Fall des Schmelzens noch des Lösens des Salzwassers zutrifft, sollten diese Unsicherheiten mit der Schülerin geklärt werden. Aus den Darstellungen der ersten Ideen der Schülerin (Gülay) wird aber deutlich, dass es sich eher um sprachliche Unsicherheiten handelt und sie auf ihre Teilchenvorstellung zum Lösungsvorgang zurückgreift (vgl. Tab. 6.19). Aus den Vermutungen der übrigen Lernenden, welche die Erwartungen an die Kategorie nicht erfüllt haben, kann entnommen werden, dass ihrer Ansicht nach keine Lösung aus dem Versuch resultiert. So beschreibt ein Schüler (Louis) „das Salz bleibt auf dem Boden liegen“. Stattdessen wird erwartet, dass es den Lernenden gelingt, ihre Erfahrungen auf ein neues Beispiel anzuwenden. Die Ursachen für diese Fehleinschätzungen können unterschiedlicher Natur sein. Beispielsweise ist es möglich, dass das angesprochene Phänomen nicht Teil der Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler ist, wogegen das Lösen des Zuckers dort stärker verankert ist. Weiterhin ist anzunehmen, dass die Lernenden weniger auf ihr erworbenes Wissen zurückgegriffen haben, sondern stattdessen ein anderes Phänomen

in diesem Experiment erwartet haben, nicht aber ein weiteres Beispiel zur Wiederholung des bereits Gelernten erfolgt. Da bei der Aufgabenstellung das freie Äußern von Vermutungen im Vordergrund steht und nicht ihre explizite Begründung, ist es für den weiteren Verlauf der Dokumentation letztlich nur von Bedeutung, ob die Lernenden zu den gewünschten Ergebnissen kommen, auch wenn sich die vorangegangene Vermutung als inhaltlich nicht korrekt erwiesen hat. Dass die gewünschten Ergebnisse mehrheitlich erreicht werden, ist der Darstellung der Gesamtergebnisse zu entnehmen (vgl. Tab. 6.15).

Aus den Zusammenfassungen der Ergebnisse der jeweiligen Versuche geht hervor, dass die Erwartungen an das Anwenden von Fachbegriffen im bisherigen Verlauf der praktischen Erprobung von einer Vielzahl der Lernenden im vollen Umfang erfüllt werden. So wird den Anforderungen auch in diesem Versuch bis auf wenige Ausnahmen entsprochen. In Tabelle 6.17 sind die Ergebnisse einer Schülerin (Meyra) dargestellt.

Tab. 6.17: Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“

Kategorie: FB Anwenden von Fachbegriffen		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Meyra	 <p>Das Salz hat sich im Wasser <u>gelöst</u>.</p> <p>Es entsteht <u>Salzwasser</u>. Das ist eine <u>Lösung</u>.</p>	+

Es kann beobachtet werden, dass zur Bearbeitung der Aufgabenstellungen bereits seltener auf die Lernhilfen zurückgegriffen wird. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass sich die geforderten Fachbegriffe bei den Lernenden eingepägt haben. Auf diejenigen Schülerinnen und Schüler (Aaron, Michaela), welche die Erwartungen nicht erfüllen, wurde bereits in den vorherigen Ergebnissen mehrfach hingewiesen. Es ist denkbar, dass ihnen die Aufgabenstellung trotz der Erläuterung nicht klargeworden ist oder ihnen die Art des Protokollierens weniger entspricht. Ein anderes sprachliches Defizit, das sich unmittelbar auf

inhaltliche Mängel überträgt, ist die fehlende Verwendung des Teilchenbegriffs (z.B. Patrick, Milan). So besteht die Vermutung, dass es für die Lernenden keinen Unterschied darstellt, ob sie den Teilchenbegriff oder die Bezeichnung der Substanz verwenden, was aber als Vermischung der Ebenen wahrgenommen werden muss. Zudem ist es möglich, dass sie die bereitgestellten Lernhilfen nicht ausreichend nutzen.

Im Folgenden sollen einige Beispiele zur Darstellung der Beobachtung im Hinblick auf die formalen und inhaltlichen Kriterien gegeben werden (vgl. Tab. 6.18).

Tab. 6.18: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“

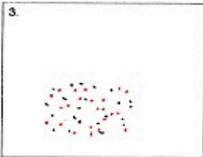
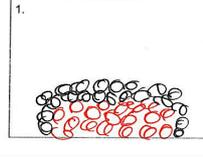
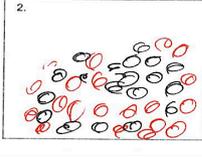
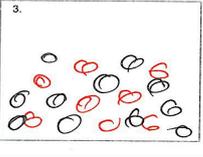
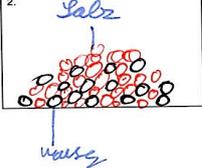
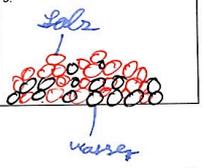
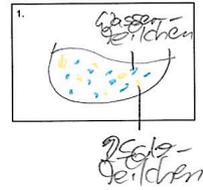
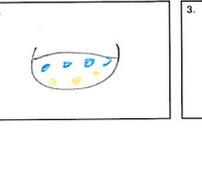
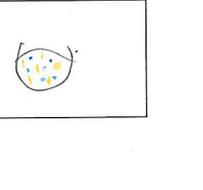
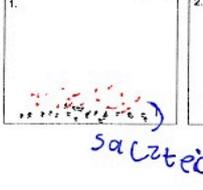
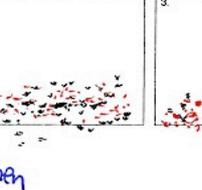
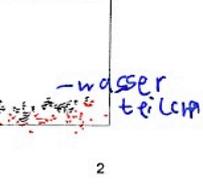
Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B1-B3)		
Name	Ankerbeispiel	Kodierung
Lars		+
		+
		♦
Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B4-B6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Moritz		+
		+
		+
Osman	<p>Becherglas, Salz, Wasser, Salzwasser</p> <p>- Fülle den Lückentext aus!</p>	+
		+
		+
Peter		+
		+
		+
Michaela		-
		-
		-

Wie auch in den Beobachtungen der vorherigen Versuche deutlich geworden ist, kann festgehalten werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Erwartungen an die formalen Kriterien mit wenigen Ausnahmen im vollen Umfang erfüllen. So weisen alle Darstellungen einen angemessenen Umfang und eine vollständige Darstellung der relevanten Elemente auf, wobei aufgrund der Erfahrung im Umgang mit der Aufgabenstellung einige Verbesserungen gegenüber dem ersten Versuch festzustellen sind. Die in wenigen Darstellungen dennoch vorliegenden leichten Defizite in der Präzision können darauf zurückgeführt werden, dass bei den Lernenden grundsätzlich unterschiedliche Begabungen für das Anfertigen von Zeichnungen vorhanden sind und ihnen das Zeichnen aufgrund ihrer individuellen Lernstile in unterschiedlichem Maß Freude bereitet. Diese Einschätzung kann mit der in Kapitel 5.4 geschilderten Diversität der Lerngruppe in Beziehung gesetzt werden. Die übrigen Darstellungen lassen erkennen, dass die Lernenden ebenfalls die Erwartungen an die inhaltlichen Kriterien erfüllen. So wird in den aufgeführten Darstellungen der Schüler (Moritz, Osman, Peter) die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse korrekt wiedergegeben und kein Bezug zur submikroskopischen Ebene vorgenommen. In einigen Zeichnungen wird auf die Zugabe des Salzes (Osman, Peter) und das Verrühren der Flüssigkeit mit dem Löffelspatel hingewiesen (Moritz, Peter), was streng genommen der Durchführung entspricht. Das Vorhandensein des Salzes in der Lösung wird in einigen Zeichnungen optisch hervorgehoben und vom Ausgangszustand des Versuchs differenziert (Osman, Peter). Hingegen betont ein anderer Schüler (Moritz) in seiner Darstellung, dass die Salzlösung sich optisch nicht vom Wasser unterscheidet. Die unterschiedlichen Schreibweisen von „Löffelspatel“ und „Löffelspater“ (Osman) weisen darauf hin, dass bei dem Schüler noch orthografische Unsicherheiten bestehen. Ebenfalls ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der verminderten auditiven Perzeptionsfähigkeit eine akustische Rückkoppelung darüber, wie die Begriffe auditiv wahrgenommen und geschrieben werden, nur eingeschränkt erfolgen kann. Hier wird ebenfalls deutlich, dass die Möglichkeiten der visuellen Perzeptionsfähigkeit begrenzt sind: Durch das Mundbild kann nicht darauf geschlossen werden, ob Löffelspatel oder Löffelspater artikuliert wird, da sich diese Begriffe in ihrem Klang kaum unterscheiden (vgl. Kapitel 2.4.4). Um die Unsicherheiten zu korrigieren, könnte der Schüler auf die vorliegende Problematik und die korrekte Schreibweise hingewiesen werden. Die Darstellungen einer Schülerin (Michaela) weisen starke Ähnlichkeiten zu ihren Zeichnungen auf, in denen sie ihre Beobachtungen auf der submikroskopischen Ebene zu erklären versucht (vgl. Tab. 6.19). So werden bereits in der Beobachtung, die einer rein stofflichen Darstellung entsprechen soll, Teilchen eingezeichnet. Die Be-

schäftigung der Schülerin mit der submikroskopischen Ebene hat offenbar dazu geführt, dass eine Vermischung der Ebenen auf der stofflichen Ebene stattgefunden hat. Dies ist verwunderlich, da durch das Piktogramm (Auge) der Aufgabenstellung explizit darauf hingewiesen wird, die Ereignisse darzustellen, die visuell wahrgenommen wurden. Es wird angenommen, dass die Schülerin das Teilchenkonzept nicht im vollen Umfang erfasst hat und weitere Anwendungsbeispiele und Erläuterungen benötigt.

Im Anschluss an die Dokumentation der Beobachtung folgt die Darstellung ausgewählter Ergebnisse zu den ersten Ideen und zur Erklärung auf der Teilchenebene (vgl. Tab. 6.19).

Tab. 6.19: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“

Kategorie: E* Darstellung der ersten Ideen (E*4-E*6)			
Name	Ankerbeispiele	Kodierung	
Leyla	1. 	2. 	+
	3. 	+	
		+	
Louis	1. 	2. 	+
	3. 	+	
		+	
Peter	1. 	2. 	+
	3. 	+	
		+	
Maxim	1. 	2. 	+
	3. 	♦	
		♦	
Gülay	1. 	2. 	♦
	3. 	♦	
		♦	
Michaela	1. 	2. 	♦
	3. 	+	
		♦	

Kategorie: E Darstellung der Erklärung (E4-E6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Maxim		+
		+
		+
Gülay		+
		♦
		♦

Aus den Ergebnissen der dargestellten ersten Ideen wird im Vergleich zum Lösen von Zucker in Wasser deutlich, dass hier nahezu die Hälfte der Lernenden auf Antrieb zu Darstellungen kommt, die als fachlich angemessen eingestuft werden können (z.B. Leyla, Louis, Peter). Es zeigt sich, dass die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse korrekt wiedergegeben und die notwendige Trennung zur stofflichen Ebene vorgenommen wird. So besteht begründeter Anlass zur Annahme, dass die Schülerinnen und Schüler die zur Verfügung gestellte Lernhilfe des Sachmodells optimal nutzen und auf bekanntes Wissen zurückgreifen. In Anbetracht der Tatsache, dass das Verstehen eines abstrakten Konzeptes einige Zeit und zahlreiche Anwendungsbeispiele in Anspruch nimmt, ist es beachtenswert, dass fast die Hälfte der Lernenden bereits Voraussetzungen dafür mitbringt, ein differenziertes Wissen über den Aufbau von Stoffen zu erwerben. Dass dies jedoch nicht auf alle Lernenden zutrifft, konnte am Beispiel einer Schülerin (Michaela) erläutert werden. In anderen Darstellungen sind ebenfalls Mischkonzepte vorhanden, in denen die Abläufe zwar korrekt dargestellt sind, jedoch keine begriffliche Differenzierung zur stofflichen Ebene vorgenommen wird (z.B. Maxim). Weiterhin benötigen einige Lernende Unterstützung im Einhalten der zeitlichen und logischen Reihenfolge und in der Trennung der Ebenen, was durch das Einzeichnen von Phasengrenzen deutlich wird (z.B. Gülay). Durch die gestuften Lernhilfen werden die Hinweise zur begrifflichen Unterscheidung der Repräsentationsebenen (z.B. Maxim) und der Beschreibungen der zeitlichen und logischen Reihenfolge sodann umgesetzt (Gülay).

6.4.1.4 Versuch 4 – Eindampfen einer Salzlösung

Im Anschluss wird auf die Ergebnisse des Versuchs eingegangen, in dem das Salz durch das Eindampfen der Salzlösung analog zur Zuckerlösung (vgl. Kapitel 6.4.1.2) zurückgewonnen wird. Tabelle 6.20 gibt ein Einblick über die inhaltsanalytische Auswertung der Stichprobe.

Tab. 6.20: Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250)

Variable	Formale Kriterien										Inhaltliche Kriterien										
	B1	B2	B3	E*1	E*2	E*3	E1	E2	E3	V	FB	B4	B5	B6	E*4	E*5	E*6	E4	E5	E6	
Name																					
Aaron	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charlene	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Darius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fatos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gülray	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jenik	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Julian	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lars	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leyla	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Louis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malte	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Martin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maxim	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Meyra	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Michaela	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Milan	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Moritz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nieva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Osman	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patrick	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Peter	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Steven	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- Formale Kriterien**
 B1 formale Sequenzierung
 B2 Vollständigkeit
 B3 Präzision
 E*1/E1 formale Sequenzierung
 E*/E2 Vollständigkeit
 E*3/E3 Präzision
- Inhaltliche Kriterien**
 V Außerer Vermutung
 B4 inhaltliche Sequenzierung
 B5 Trennung der Ebenen
 B6 fachliche Adäquatheit
 E*4/E4 inhaltliche Sequenzierung
 E*5/E5 Trennung der Ebenen
 E*6/E6 fachliche Adäquatheit

Mit dem Eindampfen der Salzlösung soll ein weiteres Beispiel dafür gegeben werden, dass gelöste Substanzen durch Stofftrennverfahren grundsätzlich zurückgewonnen werden können. Da die Schülerinnen und Schüler durch das Eindampfen der Zuckerlösung bereits Vorerfahrungen gesammelt haben, wird von ihnen erwartet, dass sie ihr Wissen aus dem vorherigen Versuch transferieren. Ob dies gelungen ist, wird durch den Vergleich der Gesamtergebnisse zum Erhitzen der Zuckerlösung bzw. Salzlösung beantwortet. Die Zusammenfassung der Ergebnisse zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“ zeigen gegenüber denen beim Eindampfen der Zuckerlösung einige Verbesserungen (vgl. Tab. 6.10). Die Veränderungen werden besonders in der Beobachtung, den ersten Ideen und der Erklärung deutlich. In der Kategorie zum Anwenden von Fachbegriffen, deren Erwartungen bis auf wenige Ausnahmen während der gesamten Unterrichtseinheit von den Lernenden ohnehin im vollen Umfang erfüllt wurden, konnten folglich keine weiteren Verbesserungen erzielt werden. Auch die Vermutungen können mehrheitlich als fachlich angemessen korrekt kategorisiert werden, jedoch bestand aufgrund der Vorerfahrung die Erwartung, dass dies mehr Lernenden gelingen würde. Im Folgenden werden ausgewählte Vermutungen vorgestellt (vgl. Tab. 6.21).

Tab. 6.21: Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“

Kategorie: V Äußern einer Vermutung		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Charlene	Ich vermute, <u>das Salz kommt zurück</u>	+
Jenik	Ich vermute, <u>der Salz ist noch da</u> <u>es wird kleben (Wahrscheinlich)</u>	+
Leyla	Ich vermute, <u>Wasser wird dampfen</u> <u>Salz wird bleiben</u>	+
Steven	Ich vermute, <u>das Wasser wird weniger aber Salz</u> <u>ist noch da</u>	+
Darius	Ich vermute, <u>salz verbrannt in</u> <u>Abdampfschale</u>	#
Julian	Ich vermute, <u>Das das Salz br auswird</u>	#
Gülay	Ich vermute, <u>Ohm... Das Salzwasser</u> <u>Wird hoch</u>	-

Durch die Vermutungen können nicht nur Einblicke in das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler gewonnen werden, sondern auch in die unterschiedlichen sprachlichen Voraussetzungen der heterogenen Lerngruppen festgestellt werden. Die Lernenden sind mehrheitlich der Ansicht, dass das Salz durch das Erhitzen der Lösung zurückgewonnen werden kann, wie von einer Schülerin (Charlene) mit der Aussage „das Salz kommt zurück“ bestätigt wird. Ein weiterer Schüler (Jenik) äußert „der Salz ist noch da es wird kleben (Wahrscheinlich)“ und stellt damit einen direkten Bezug zum Eindampfen der Zuckermischung her, wobei der Zucker aufgrund der relativ niedrigen Schmelztemperatur nicht in kristalliner Form, sondern als Karamell zurückgewonnen wird. Dass das Salz bei diesen Temperaturen nicht in den flüssigen Aggregatzustand übergeht, kann der Schüler allerdings nicht wissen. Während in diesen Vermutungen nicht explizit auf das Verdampfen des Wassers hingewiesen wird, erfolgt dies durch andere Lernende mit Aussagen wie „Wasser wird dampfen Salz wird bleiben“ (Leyla) und „dass wasser wird winger aber Salz ist noch da“ (Steven). Es fällt allerdings auf, dass der Begriff des Verdampfens an dieser Stelle nicht (korrekt) verwendet wird, worauf die Lehrperson die Lernenden allerdings noch hinweisen könnte. Bei anderen Vermutungen kann wiederum nicht abschließend geklärt werden, ob diese fachlich angemessen oder unangemessen sind. So werden in den Formulierungen „salz verbrannt in Abdampfschale“ (Darius) und „das der Salz braun wird“ (Julian) offensichtliche Bezüge zum vorherigen Versuch hergestellt, was grundsätzlich als positiv einzuschätzen ist. Da den Schülern nähere Informationen zum molekularen Aufbau sowie zu den Bindungsverhältnissen der Stoffe fehlen, sind diese Aussagen gemessen an ihren Voraussetzungen als sinnvoll einzustufen. Vielmehr sind die Aussagen der Lernenden das Resultat der gewählten Reihenfolge der Versuche. Wäre das Salz als erstes Beispiel und daran anschließend der Zucker als zweites Beispiel herangezogen worden, wäre der Hinweis über das Verkohlen bzw. Verfärben des Salzes sicher nicht getätigt worden. Aus der Äußerung „ehm...das salzwasser wird hoch“ (Gülay) wird interpretiert, dass die Schülerin davon ausgeht, die gesamte Lösung verdampfe, was einer klassischen Fehlvorstellung entspricht, auf die bereits von Abraham & Williamson (1994) hingewiesen wurde. Insgesamt kann aber festgehalten werden, dass die meisten Vermutungen fachlich korrekt sind und Hinweise darauf enthalten, dass ein Wissenstransfer stattgefunden hat. Da ungefähr genauso viele Schülerinnen und Schüler wie im zweiten Versuch eine fachlich unangemessene Vermutung geäußert haben, kann angenommen werden, dass sie erwartet haben, hier ein anderes Phänomen vorzufinden oder ihnen die Substanz des Salzes bzw. der Salzlösung weniger geläufig ist.

Wie in Tabelle 6.22 am Beispiel eines Schülers (Julian) dargestellt ist, werden die Fachbegriffe mit wenigen Ausnahmen von den Lernenden korrekt verwendet, was der Zusammenfassung der inhaltsanalytischen Auswertung der gesamten Stichprobe zu entnehmen ist.

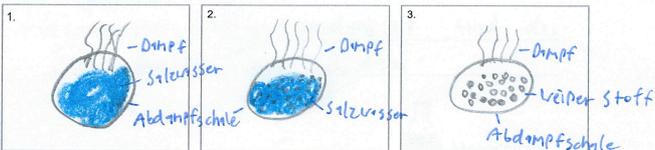
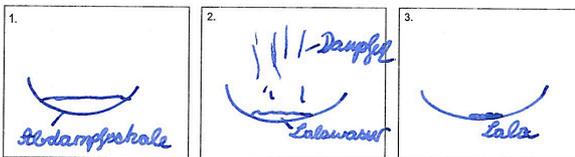
Tab. 6.22: Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“

Kategorie: FB Anwenden von Fachbegriffen		
Name	Ankerbeispiel	Kodierung
Julian		+

So wird hier ausschließlich die Beschriftung der Zeichnungen dargeboten, um einen Einblick in die Ergebnisse der Lernenden zu geben. Da in der Darstellung des Schülers (Julian) einige Defizite in der Präzision der Darstellungsweise vorliegen, die Aufgabenstellung jedoch korrekt bearbeitet wurde, kann festgehalten werden, dass die Lernenden grundsätzlich über unterschiedliche zeichnerische Fähigkeiten verfügen, die dennoch eine angemessene Dokumentation zulassen. Im Vergleich zum zweiten Versuch hat sich keine deutliche Verbesserung in der Kategorie Fachbegriffe eingestellt, dies kann aber nicht als negatives Ergebnis gewertet werden, da nahezu alle Schülerinnen und Schüler den Erwartungen in der gesamten Unterrichtseinheit entsprechen konnten. Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass es sich bei den Lernenden um eine heterogene Gruppe mit unterschiedlichen sprachliche Voraussetzungen handelt, wird deutlich, dass die unterrichtsbegleitenden Lernhilfen und die vorbereitenden sprachförderlichen Maßnahmen insgesamt zu diesen zufriedenstellenden Ergebnissen beigetragen haben.

Im Folgenden werden weitere Beispiele zur Darstellung der Beobachtung gegeben. Während bei der Beschreibung der Beobachtung zum Eindampfen der Zuckerlösung leichte Defizite in der zeitlichen und logischen Reihenfolge identifiziert werden konnten, ist hier eine Verbesserung erkennbar, die durch einen Vergleich der zusammenfassenden Auswertungen der Versuche belegt werden kann (vgl. Tab. 6.10 und 6.20). In Tabelle 6.23 sind ausgewählte Ergebnisse der Lernenden zusammengefasst.

Tab. 6.23: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“

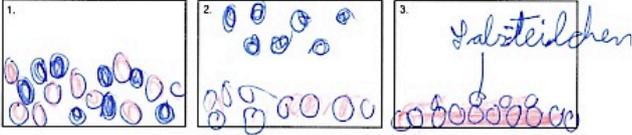
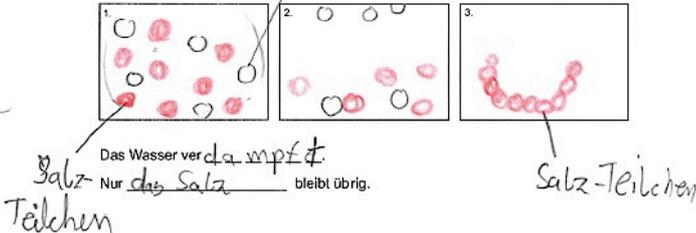
Kategorie: B Darstellung der Beobachtung (B4-B6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Jenik	- Fülle den Lückentext aus!	+
		+
		+
Louis		+
		+
		+
Medine		+
		+
		+

Die Zeichnungen der Schülerinnen und Schüler belegen, dass sie das Experiment der Anleitung entsprechend durchgeführt und genau beobachtet haben. Daraus kann weiterhin geschlossen werden, dass sich die eingesetzten bildlichen und schriftsprachlichen Versuchsanleitungen für die Lernenden als hilfreich erwiesen haben. Auch wenn die exemplarisch dargestellten Zeichnungen den formalen und inhaltlichen Erwartungen an die Kategorien im vollen Umfang entsprechen, weisen sie Unterschiede im Grad ihrer Detailliertheit und der gewählten Perspektiven auf. So ist es durch die Offenheit der zeichnerischen Darstellungsebene grundsätzlich möglich, die Beobachtung ohne näheren Einbezug der gesamten Versuchsanlage aus unterschiedlichen Perspektiven darzustellen (Louis, Medine). Andere Lernende hingegen berücksichtigen in ihren Ausführungen die gesamte Versuchsanlage und stellen diese unter Einbezug der räumlichen Dimensionen dar. Weiterhin fällt in der Zeichnung eines Schülers (Jenik) auf, dass zur genaueren Darstellung der Versuchsergebnisse ein Wechsel in der Perspektive vorgenommen wird. Auch wenn die Darstellungen von unterschiedlichen Fähigkeiten und Lernstilen der Schülerinnen und Schüler geprägt sind, können sie allesamt als fachlich angemessen und gelungen eingestuft werden. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass die zeichnerische Darstellungsebene eine geeignete Differenzierungsmaßnahme darstellt.

Im Folgenden wird das didaktische Potenzial der Zeichnung zur Darstellung der Versuchserklärung am Beispiel ausgewählter Ergebnisse diskutiert (vgl. Tab. 6.24).

Tab. 6.24: Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“

Kategorie: E* Darstellung der ersten Ideen (E*4-E*6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Jenik		+
		+
		+
Louis		+
		+
		+
Meyra		+
		+
		+
Nieva		+
		+
		+
Darius		+
		♦
		♦
Osman	<p>Salz-Teilchen, Wasser-Teilchen</p>	+
		♦
		♦
Steven		+
		♦
		♦

Kategorie: E Darstellung der Erklärung (E4-E6)		
Name	Ankerbeispiele	Kodierung
Darius	- Fülle den Lückentext aus! Wasser-Teilchen <input checked="" type="checkbox"/>	+
		+
		+
Osman		+
		+
		+
Steven	- Fülle den Lückentext aus! Wasser-Teilchen <input type="checkbox"/>	+
		+
		+

Aus dem Vergleich der Gesamtergebnisse der ersten Ideen zum Eindampfen der Zuckerlösung bzw. Salzlösung wird erkennbar, dass hier die deutlichste Verbesserung erzielt werden konnte. So ist anhand der Ergebnisse in Tabelle 6.24 ersichtlich, dass mehr Schülerinnen und Schüler durch das Nutzen von Sachmodellen und der zeichnerischen Dokumentation spontan zu den gewünschten Ergebnissen kommen, in denen die zeitliche und logische Reihenfolge der Ereignisse korrekt wiedergegeben ist und keine Vermischung mit der stofflichen Ebene vorgenommen wird (z.B. Jenik, Louis, Meyra, Nieva). Beachtenswert ist, dass in den exemplarisch aufgeführten Darstellungen keine Referenzobjekte wie Abdampfschalen zu sehen sind, was auf eine konsequente Trennung der Ebenen hindeutet. Ebenfalls werden in zwei Darstellungen (Louis, Meyra) die verbleibenden Salz-Teilchen in einem engen Verband und die Wasser-Teilchen in einem lockeren Teilchenverband dargestellt, was auf eine Interpretation der vorliegenden Aggregatzustände hinweisen könnte. Nach Angaben der Lehrkräfte wurden die Aggregatzustände bereits thematisiert, dabei jedoch kein konkreter Bezug zum Teilchenmodell hergestellt. Hier ist denkbar, dass diese Verbindung von den Lernenden selbstständig hergestellt wurde. In Anbetracht der Tatsache, dass für das Verstehen abstrakter chemischer Konzepte einige Zeit benötigt wird, ist es bedeutend, dass die meisten Lernenden am Ende der Unterrichtseinheit bereits Voraussetzungen dafür mitbringen, ein differenziertes Verständnis über den molekularen Aufbau

von Stoffen zu erwerben. Es ist jedoch nicht verwunderlich, dass bei anderen Schülerinnen und Schülern weiterhin Mischkonzepte vorliegen, da die durchgeführte Unterrichtseinheit einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum einnimmt. So treten bei den ersten Ideen typische Fehlvorstellungen auf, die an eingezeichneten Phasengrenzen (Darius, Steven) und Kommentaren wie „Wasserdampf“ (Osman) festgemacht werden können. Allerdings ist auch an diesen Beispielen erkennbar, dass der Einsatz der gestuften Lernhilfen zur Korrektur beitragen kann. Da auch das Erlernen schwieriger Fachbegriffe einige Zeit in Anspruch genommen hat, werden die Lernenden ebenfalls Zeit benötigen, bis es ihnen gelingt, auch in offeneren Lernsituationen zu den fachlich angemessenen Ergebnissen zu kommen. Für eine erste Begegnung mit der neuen Erklärungsebene kann jedoch insgesamt von zufriedenstellenden Ergebnissen gesprochen werden.

6.4.2 Zusammenfassung der Einschätzungsbögen

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der Selbst- und Fremddiagnose vorgestellt und mit den zuvor dargestellten Ergebnissen in Beziehung gesetzt. In Abbildung 6.6 und 6.7 sind die Einschätzungen zum Äußern von Vermutungen und zum Durchführen der Versuche grafisch dargestellt.

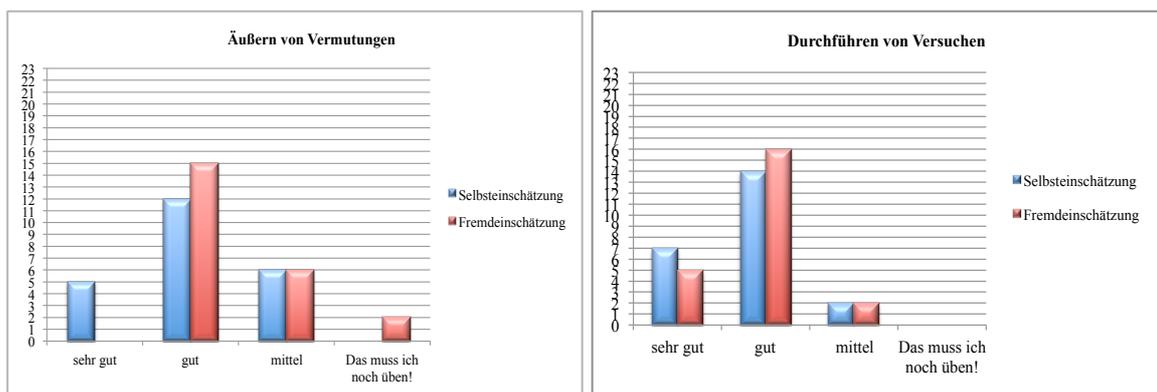


Abb. 6.6 und 6.7: Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Äußern von Vermutungen und Durchführen von Versuchen

Bei der Betrachtung der Einschätzungen lässt sich hinsichtlich der Vermutungen festhalten, dass eine deutliche Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sich hier als „gut“ einschätzt, wobei die Diagnosestellung der Lehrenden davon insgesamt abweicht. Während die Lernenden sich zu einem gewissen Teil als „sehr gut“ einschätzen, weist die Diagnose

der Lehrenden darauf hin, dass bei einigen Schülerinnen und Schülern noch Defizite im Vorwissen vorliegen. Auf Grundlage der inhaltsanalytischen Auswertung kann am ehesten einer Kombination der Einschätzung zugestimmt werden. In den Vermutungen hat sich gezeigt, dass bei den Lernenden unterschiedliche Präkonzepte vorliegen, wobei die Mehrheit als fachlich angemessen eingestuft wurde. Weiterhin wurde ersichtlich, dass einige Lernende selbstständig eine Verbindung zu den vorherigen Versuchen herstellen, während bei anderen auf ein geringes Vorwissen geschlossen werden kann.

Da das Durchführen der Experimente sowohl von Lehrenden als auch von Lernenden überwiegend als „sehr gut“ und „gut“ eingestuft wird, besteht Anlass zu der Annahme, dass die Lernenden über die erforderlichen experimentellen Fähigkeiten verfügen und sich die bildlichen und schriftsprachlichen Versuchsanleitungen als hilfreich erwiesen haben. Allerdings kann aus den Feldnotizen der begleitenden Beobachtungen entnommen werden, dass die Durchführung von Experimenten unabhängig von der Form der Anleitung nicht immer problemlos verläuft. Es treten aufgrund von sozialen Problemen und einer unterschiedlichen Auffassungsgabe, die mit der Diversität der Schülerinnen und Schüler einhergeht, einige Koordinationsschwierigkeiten in den Versuchsabläufen auf.

In den Abbildungen 6.8 und 6.9 sind die Ergebnisse der Diagnosebögen zum Anwenden von Fachbegriffen und zur Dokumentation der Beobachtungen zusammengefasst.

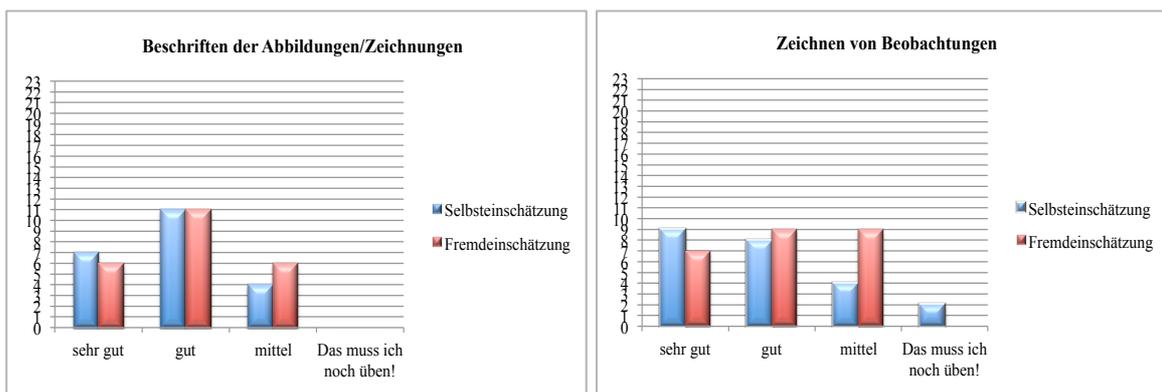


Abb. 6.8 und 6.9: Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Anwenden von Fachbegriffen und zum Dokumentieren von Beobachtungen

Dass die Fähigkeit zum Anwenden von Fachbegriffen, hier verdeutlicht am Beispiel des Beschriftens der Abbildungen und Zeichnungen, vonseiten der Lehrenden und Lernenden zu einem deutlichen Anteil als mittelmäßig eingestuft wird, kann vor dem Hintergrund der dargestellten Ergebnisse nicht bestätigt werden. Da aus der inhaltsanalytischen Auswertung

tung hervorgeht, dass die Schülerinnen und Schüler die Anforderungen an die Kategorie im vollen Umfang erfüllt haben, ist demzufolge eine sehr gute Bewertung zu erwarten. Es darf allerdings nicht übersehen werden, dass vereinzelte Lernende in diesem Bereich noch Unterstützung benötigen. Insgesamt werden, basierend auf den Gesamtergebnissen der Stichprobe, die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler mehrheitlich als „sehr gut“ und einzelne Ergebnisse als verbesserungswürdig kategorisiert.

Vor dem Hintergrund der Gesamtergebnisse der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Beschreiben der Beobachtungen werden die Einschätzungen der Lernenden, anders als die Ergebnisse der Diagnosebögen zeigen, überwiegend als „sehr gut“ und „gut“ eingeschätzt. Die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler werden mehrheitlich als fachlich angemessen kategorisiert, auch wenn einige Lernende leichte Defizite in der zeitlichen und logischen Reihenfolge sowie in der Präzision aufweisen, wobei letzteres sehr stark auf die individuellen Fähigkeiten zurückgeführt werden kann. Die Ursachen für die schlechteren Einschätzungen der Schülerinnen und Schüler können an dieser Stelle nicht abschließend geklärt werden. Es ist allerdings möglich, dass die Lernenden unberechtigterweise hier über ein geringes schulisches Fähigkeitsselbstkonzept verfügen. Dass die Lehrkräfte die Schülerinnen und Schüler schlechter einschätzen, mag damit zusammenhängen, dass sie als Beurteilungsgrundlage möglicherweise unbewusst den gesamten Chemieunterricht anstelle der durchgeführten Unterrichtseinheit heranziehen und in der Vergangenheit scheinbar schlechtere Ergebnisse erzielt wurden.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Diagnosen der Lernenden und Lehrenden zum Zeichnen und Modellieren von Teilchenvorstellungen vorgestellt (vgl. Abb. 6.10).

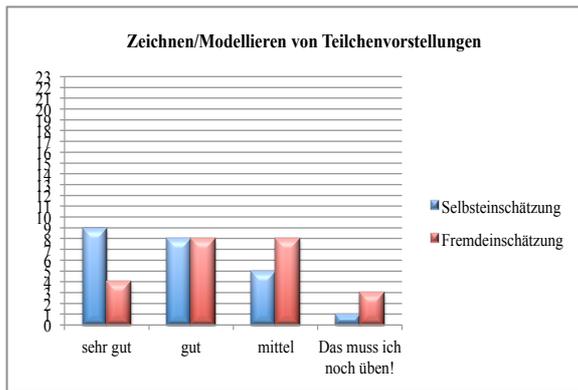


Abb. 6.10: Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Zeichnen und Modellieren von Teilchenvorstellungen

Die meisten Schülerinnen und Schüler schätzen sich im Umgang mit der Teilchenebene als „sehr gut“ und als kaum verbesserungswürdig ein, was jedoch nur bedingt mit der Diagnose der Lehrperson und den Gesamtergebnissen der qualitativen Inhaltsanalyse übereinstimmt. Auch wenn die Lernenden in dieser Erstbegegnung mit der neuen Repräsentationsebene insgesamt zufriedenstellende Ergebnisse erbracht haben, konnte dennoch eine Reihe von Mischkonzepten identifiziert werden, die durch weitere Fördermaßnahmen und Anwendungsbeispiele zu korrigieren sind. Aus der Tatsache, dass sich die Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich allerdings so positiv einschätzen, kann geschlossen werden, dass ihnen das Modellieren und Zeichnen Freude bereitet hat und sie grundlegende Auffassungen der neuen Betrachtungsebene chemischer Sachverhalte erworben haben.

6.4.3 Feedback der partizipierenden Lehrkräfte

Aus den Ergebnissen des abschließenden Fragebogens geht hervor, dass die Lehrenden die entwickelte Konzeption als „sehr gut einsetzbar“ (L319), „Gut geeignet für den Anfangsunterricht“ (L37) sowie „grundsätzlich gut“ (L513) einschätzen. Die Begründung für dieses Gesamturteil basiert auf zahlreichen Aspekten, die in Tabelle 6.25 als Haupt- und Subkategorien mit Ankerbeispielen dargestellt sind.

Tab. 6.25: Kategoriensystem zu den als wertvoll erachteten Aspekten des Förderkonzeptes

Hauptkategorie	Subkategorien	Ankerbeispiel(e)
Visualisierung	Symbole	„Symbole unterstützen ‚Thema‘ (z.B. Beobachtung, Durchführung)“ (L513)
	Modelle	„Knete-Modell für Teilchen-Vorstellung“ (L513) „Gelungene Verknüpfung von Versuch mit Modellvorstellung“ (L319)
	Abbildungen	„Sinnvolle, ansprechende Bilder“ (L319)
	Zeichnungen anfertigen	„zeichnen lassen“ (L37)
Sprachförderung	Leichte Sprache	„einfache Sprache, kurze Sätze, bedachte Wortwahl“ (L513) „einfache Sprache“ (L37)
	Bild-Wort-Kombination	„Schüler zeichnen selbst und beschriften ihre Zeichnungen mit Fachbegriffen“ (L513) „dass Beobachtungen & Erklärungen gezeichnet und mit kurzen Sätzen beschrieben werden“ (L513)
	Wortkarten	„Wortkarten (laminiert) für Fachbegriffe, Geräte, Materialien“ (L513)
Strukturierung	Gestufte Lernhilfen	„gut waren Hilfe-Karten, die aber nicht nur die Lösung vorgeben sollten, sondern Hilfe/Unterstützung/Hinweise bieten“ (L513)
	Klare Struktur	„klare Struktur, ausreichend Platz zwischen den einzelnen Abschnitten, klare/eindeutige Abschnitte (Beobachtung – Erklärung...)“ (L513) „Wiederholung und damit Festigung von erarbeiteten Strukturen“ (L319)
	Wiederkehrende Struktur	„wiederkehrende Elemente (Redundanz) erhöht Verankerung“ (L513) „wiederkehrende Struktur“ (L37)
Selbstständigkeit	Selbstständiges Arbeiten	„Sie [die Arbeitsmaterialien] können durchaus mit einem hohen Anteil von Selbstständigkeit bearbeitet und erarbeitet werden“ (L319) „Selbstständigkeit“ (L37)

Die Aussagen der Lehrenden im Hinblick auf die Aspekte, die sie als besonders sinnvoll einschätzen, können in die Hauptkategorien Visualisierung, Sprachförderung, Strukturierung und Selbstständigkeit zusammengefasst werden. Somit stimmen die Ergebnisse der partizipierenden Lehrenden, die über die Erfahrungen der praktischen Erprobung verfügen, mit den Resultaten der zusätzlich befragten Lehrenden überein, deren Anmerkungen in Kapitel 5.5 vorgestellt wurden. Bezüglich der Aspekte, die sie als weniger sinnvoll betrachten, ergeben sich aufgrund der praktischen Erfahrung Unterschiede zu den zusätzlich schriftlich befragten Lehrenden. Die Anmerkungen der partizipierenden Lehrkräfte sind in Tabelle 6.26 zusammengefasst.

Tab. 6.26: Kategoriensystem zu den als weniger sinnvoll erachteten Aspekten des Förderkonzeptes

Hauptkategorie	Ankerbeispiel(e)
Geringe Anzahl an Beispielen	„Mehr Beispiele nötig, damit sich die Konzepte weiter festigen können“ (L37)
Strukturierung	„Dadurch dass der Versuch schon im Aufbau und Ablauf vorgegeben war, war wenig Raum zum Überlegen einer eigenen Idee und Ausprobieren der Idee, wie die Lösung zu trennen ist“ (L319)
Sonstiges	„(Das hat zwar nichts mit Ihrem Material zu tun, aber: Leider lässt die Organisation und der Fachlehrermangel an unserer Schule kaum ein tiefes ‚Eintauchen‘ in die Chemie zu, da im nächsten Halbjahr oder im nächsten Monat ein anderes naturwissenschaftliches Thema durchgenommen wird, manchmal hat man leider das Gefühl, wieder bei 0 anzufangen)“ (L37)

In Bezug auf die optimierungsbedürftigen Aspekte der Konzeption werden die geringe Anzahl an Anwendungsbeispielen, die Strukturierung sowie Hinweise zu allgemeinen Rahmenbedingungen genannt. So sind aus Sicht einer Lehrkraft „mehr Beispiele nötig, damit sich die Konzepte weiter festigen können“ (L37). Die im Rahmen der Unterrichtseinheit durchgeführten vier Versuche sind demnach um weitere, vergleichbare Experimente zu ergänzen, um insbesondere den Wechsel der Erklärungsebenen mit den Lernenden zu üben und zu vertiefen. Weiterhin wird kritisch angemerkt, dass den Schülerinnen und Schülern aufgrund der Vorstrukturierung der Arbeitsmaterialien keine Möglichkeit gegeben wurde, eigene Ideen und Untersuchungspläne zu entwickeln. Mit Blick auf das Verfahren des *Inquiry-based learning*, durch welches das Experimentieren im schulischen Kontext stärker der Charakter des naturwissenschaftlichen Arbeitens der Wissenschaft verliehen werden soll, wäre dies wünschenswert. Da eine Öffnung von Lernsituationen jedoch ein gewisses Maß an bereichsspezifischem Vorwissen voraussetzt (vgl. Kirschner, Sweller & Clarke 2006), sind offenere Lernumgebungen langfristig anzustreben. Weiterhin wird angemerkt, dass die institutionellen Rahmenbedingungen der Förderschule für Hörgeschädigte unabhängig vom entwickelten Förderkonzept „kaum ein tiefes ‚Eintauchen‘ in die Chemie [zulassen]“ (L37), da das Fach aufgrund des Fachkräftemangels nicht durchgehend unterrichtet wird. Mit dieser Aussage wird erneut auf den erheblichen Einfluss der institutionellen Rahmenbedingungen einer Schule auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler verwiesen (vgl. Kapitel 4.4.1). Da bereits darauf hingewiesen wurde, dass es kaum möglich ist, organisatorisch-strukturelle Bedingungen durch fachdidaktische Forschung zu beeinflussen, können hier keine konkreten Verbesserungsvorschläge abgeleitet werden.

Auf Grundlage der zuvor dargestellten Ergebnisse und der Aussagen der Lehrenden kann zusammengefasst werden, dass bereits in der kurzen Dauer der Unterrichtseinheit einige

Lernzuwächse aufseiten der Schülerinnen und Schüler zu verzeichnen sind. Einen Überblick über die Antworten der Lehrkräfte gibt Tabelle 6.27.

Tab. 6.27: Kategoriensystem zu den Lernzuwächsen der Schülerinnen und Schüler

Hauptkategorie	Subkategorien	Ankerbeispiel(e)
Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	Einführung	„Naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken kennengelernt“ (L37) „naturwissenschaftliches Denken angeregt“ (L513)
	Struktur des Versuchsprotokolls	„Struktur und Nutzen des Versuchsprotokolls ist klarer geworden“ (L37) „Erklären gehört zum Experiment dazu“ (L37)
	Modelle	„Sie haben gelernt, dass Modelle helfen“ (L319) „Modelle sind sehr abstrakt und haben Grenzen“ (L37)
	Praktisches Arbeiten	„naturwissenschaftliches Arbeiten erlernt und praktiziert (verdampfen, pipettieren, sieben, filtern, mischen)“ (L513)
	Regelmäßigkeit	„Sie haben gelernt, dass ein Versuch mit unterschiedlichen Stoffen auch zu ähnlichen Ergebnissen führen kann.“ (L319)
Sprachförderung	Wortschatzerweiterung	„Lernwörter/Fachbegriffe gelernt (Wortschatzerweiterung)“ (L513) „[Der] Wortschatz wurde erweitert“ (L37)

Nach Ansicht der Lehrenden zählen zu den zentralen Lernzuwächsen Aspekte der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen. Die Lehrenden machen deutlich, dass durch die Konzeption „naturwissenschaftliches Denken angeregt“ (L513) wird und dass zudem die „Struktur und [der] Nutzen des Versuchsprotokolls klarer geworden“ (L37) ist. Weiterhin haben die Schülerinnen und Schüler gelernt, dass das Erklären wichtiger Bestandteil des Experimentierens ist und „Modelle helfen“ (L319), die Deutung der Beobachtungen zu vollziehen. Allerdings ist den Lernenden nach Auffassung der partizipierenden Lehrkräfte auch bewusst geworden, dass die theoretischen Modelle der Chemie einen hohen Abstraktionsgrad und einen begrenzten Gültigkeitsbereich aufweisen. Ebenfalls merken die Lehrkräfte an, dass die Schülerinnen und Schüler hinsichtlich der experimentellen Fertigkeiten geschult wurden und eine Erweiterung des Lexikons stattgefunden hat. Zudem haben die Lernenden aus Sicht der Lehrpersonen realisiert, „dass ein Versuch mit unterschiedlichen Stoffen auch zu ähnlichen Ergebnissen führen kann“ (L319), was auf das Erkennen von Mustern und Konzepten hindeutet, was wiederum Voraussetzung für das Erfassen des Basiskonzeptes „Stoff-Teilchen-Beziehung“ ist.

Zur Optimierung des Förderkonzeptes werden von den Lehrkräften lediglich Hinweise zum Layout der Arbeitsblätter (z.B. Textbündigkeit) gegeben, die unmittelbar umgesetzt werden können. Der partizipativen Aktionsforschung entsprechend haben die partizipie-

renden Lehrkräfte „im Laufe der Reihe immer wieder Verbesserungen/Veränderungen angeregt, z.B.: Kästchen auf Arbeitsblätter zum abhaken, was gemacht wurde, Bedenken der Wortwahl, etc.)“ (L513), sodass keine weiteren Anmerkungen getätigt wurden.

Da die teilnehmenden Lehrkräfte nicht über eine formale Ausbildung im Fach Chemie verfügen, ist neben der Beurteilung der Effizienz und der Wirkung des Förderkonzeptes von Interesse, welche Konsequenzen die Lehrkräfte für ihre eigene berufliche Praxis ableiten. Die Aussagen der Lehrenden werden zu den Kategorien Diagnose, Anregungen und Modelle/Abstraktion zusammengefasst (vgl. Tab. 6.28).

Tab. 6.28: Kategoriensystem zu den Konsequenzen der Lehrenden für die berufliche Praxis

Kategorie	Ankerbeispiel(e)
Diagnose	„Durch Zeichnungen, ausführliche Bearbeitung der Aufgaben konnte ich einige Einblicke in die Vorstellungswelt der Schüler erhalten“ (L37)
Anregungen	„Gewinn neuer Ideen für Durchführung, Modelle (Knete) und Arbeitsblatt-Struktur; neuen Blick auf Schüler und Differenzierung“ (L513)
Modelle/ Abstraktion	„saubere Trennung zwischen Realität und Modell“ (L319) „auch einfache Modelle müssen verstanden werden können und erfordern ein hohes Maß an abstrakten Denken in der Übertragung.“ (L319) „Da es so schön geklappt hat, werde ich mit den Schülern (auch mit den gehörlosen) nun auch häufiger abstraktere Themen durchgehen (dafür wären weitere Materialien hilfreich)“ (L37) „die chemische Modellvorstellung des Teilchenmodells konnte sicherlich noch nicht voll erfasst und durchdrungen werden v. d. Schülern, aber ist das überhaupt bei der Erstbegegnung schon möglich?“ (L513) „Chemische Vorgänge sind doch ganz schön abstrakt, es bleibt trotz aller Maßnahmen schwer, dies hochgradig hörgeschädigten Schülern nahe zu bringen“ (L513)

Dass die angefertigten Zeichnungen als Diagnoseinstrument genutzt werden können, wurde bereits in Kapitel 5.5.3 aufgegriffen und wird durch die Lehrenden weiter bestätigt.

„Durch Zeichnungen, ausführliche Bearbeitung der Aufgaben konnte ich einige Einblicke in die Vorstellungswelt der Schüler erhalten“ (L37).

Weiterhin merkt eine Lehrkraft an, dass sie durch die partizipative Aktionsforschung einige Ideen für die Gestaltung von Materialien sowie einen „neuen Blick auf Schüler und Differenzierung“ (L513) gewonnen habe. Andere Äußerungen der Lehrenden deuten darauf hin, dass das Teilchenmodell in der Kürze der Zeit vermutlich noch nicht vollständig erfasst werden konnte, wobei die berechtigte Frage aufgeworfen wird, ob „das überhaupt bei der Erstbegegnung schon möglich“ (L513) sei. Ergänzend wird der Hinweis darauf gegeben, dass das Erfassen abstrakter Lerninhalte dennoch eine Herausforderung für hochgra-

dig schwerhörige Lernende bleibt. Eine andere Lehrperson hingegen zeigt sich durch die gemachten Erfahrungen ermutigt, Inhalte dieser Art künftig häufiger zu thematisieren.

„Da es so schön geklappt hat, werde ich mit den Schülern nun auch häufiger abstraktere Themen durchgehen (dafür wären weitere Materialien hilfreich)“ (L37).

6.4 Konsequenzen

Mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung im Anwenden von Fachbegriffen und im Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen zu unterstützen, wurde in Kooperation mit erfahrenen Lehrkräften ein Förderkonzept für den chemischen Anfangsunterricht entwickelt. Auf Grundlage der vorgestellten Arbeitsergebnisse der Schülerinnen und Schüler, der Diagnosebögen, der Feldnotizen der untersuchungsbegleitenden Beobachtung und der Feedbackfragebögen können die Forschungsfragen des Projektes abschließend beantwortet werden.

Wie besonders aus dem Feedback der Lehrenden hervorgeht, werden die entwickelten Fördermaßnahmen als leicht einsetzbar und selbsterklärend wahrgenommen. So haben die Schülerinnen und Schüler die ihnen zur Verfügung gestellte Unterstützung zur Bearbeitung der Lernaufgaben mehrheitlich genutzt. Auf Basis der Feldnotizen kann hinzugefügt werden, dass das Nutzungsverhalten der Lernhilfen grundsätzlich mit der Höhe des Hörverlustes korreliert und Lernende mit hohem Hörverlust vermutlich mehr Unterstützung benötigen. Durch die Ergebnisse der Zusammenfassung der inhaltsanalytischen Auswertungen, die von insgesamt drei Personen kodiert wurde, kann die Diversität der Lerngruppe bestätigt werden, die bereits in Kapitel 5.4 angesprochen wurde. Die Pluralität zeigt sich unter anderem in den Vermutungen, die von den Lernenden vor dem Experimentieren formuliert wurden. Hier konnten Einblicke in die Präkonzepte und sprachlichen Voraussetzungen der Lerngruppe gewonnen werden, die im Sinne der diagnosegeleiteten Förderung Anlass zu individuellen Fördermaßnahmen im Chemieunterricht sein können.

Zur Anregung der sprachlichen Fähigkeiten wurden die Schülerinnen und Schüler in vorbereitenden Unterrichtsstunden mit den Bezeichnungen der Laborgeräte, dem strukturellen Aufbau des Versuchsprotokolls und den Begriffen der jeweiligen Experimentierschritte vertraut gemacht, ebenso wurden zentrale Grundbegriffe wiederholt. Dabei konnte auf Wortkarten, Symbole und Fachgebärden zurückgegriffen werden. Abstrakte und theoriege-

ladene Fachbegriffe wurden in der Unterrichtseinheit erarbeitet und mit den entsprechenden chemischen Konzepten versehen und auf schriftsprachliche und bildliche Versuchsanleitungen zurückgegriffen. Das Anwenden der Fachbegriffe zeigt sich in den Beschriftungen und in den verschiedenen Aufgabentypen, in denen die zentralen Befunde der Beobachtung und Deutung zusammengefasst wurden.

Im Hinblick auf die Beantwortung der *ersten Forschungsfrage* kann festgehalten werden, dass die unterschiedlichen sprachlichen Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler durch die vorbereitenden sprachförderlichen Maßnahmen sowie durch die unterrichts begleitenden Bearbeitungs- und Lernhilfen weitgehend kompensiert werden konnten. So zeigt sich in den Ergebnissen, dass die Schülerinnen und Schüler durch das Nutzen der bereitgestellten Lernhilfen und Aufgabenformate im Anwenden von Fachbegriffen unterstützt wurden. Ebenfalls sind Verbesserungen im Verlauf der Unterrichtseinheit zu erkennen. Auch aufgrund der begrenzten Anzahl der zu erlernenden Termini gelang es den Lernenden, sich gezielt auf den Bedeutungsinhalt der gewählten Fachbegriffe zu fokussieren. So wird beispielsweise weniger vom Alltagsbegriff des AuflöSENS (Vernichtungskonzept), sondern häufiger vom chemischen Konzept des LöSENS ausgegangen, das in der Unterrichtseinheit erarbeitet wurde. Als Ergebnis für die Weiterentwicklung des Förderkonzeptes kann insbesondere aus den stets aufschlussreichen Vermutungen abgeleitet werden, dass Schülerinnen und Schüler mit ausgeprägteren sprachlichen Fähigkeiten innerhalb der Konzeption durch offenere Lernaufgaben, beispielsweise mit Satzanfängen als Impuls, stärker gefordert werden sollten. Für Lernende mit geringeren sprachlichen Fähigkeiten lassen sich aus den Vermutungen individuelle Fördermaßnahmen ableiten. So können zentrale Begriffe durch zusätzliche Erläuterungen mit den fachlich angemessenen Vorstellungen verbunden werden und zur Bearbeitung der offenen Aufgabentypen weitere Lernhilfen (z.B. Satzbausteine) bereitgestellt werden. Auf diese Weise soll der Erwerb der chemischen Fachsprache weiter gestärkt werden, der durch die eingesetzten sprachlichen Hilfen bereits initiiert wurde.

Den Ergebnissen der Dokumentation der Beobachtung und dem abschließenden Feedback der Lehrenden nach zu urteilen, stellt das Anfertigen von Zeichnungen, die durch Beschriftungen ergänzt werden, eine angemessene Form des Beschreibens von Beobachtungen für die betreffende Lerngruppe dar, wodurch die *zweite Forschungsfrage* beantwortet werden kann. Die Ergebnisse der Lernenden belegen, wie sie die Darstellungsform aufgrund ihrer individuellen Fähigkeiten und Vorlieben unterschiedlich nutzen und bis auf wenige Aus-

nahmen zu gelungenen Ergebnissen kommen. Zudem scheinen die in den Aufgabenstellungen vorgeschlagenen Begriffe zur Beschriftung und die Vorgabe des Umfangs dazu geführt zu haben, dass sich die Lernenden einerseits auf die wesentlichen Aspekte der Versuche beschränken und diese andererseits in der geforderten Ausführlichkeit und Präzision darstellen. Es handelt sich demnach eindeutig um ein Verfahren, das zum Protokollieren als Alternative zur rein schriftsprachlichen Darstellung eingesetzt werden kann.

Während die sprachlichen Abweichungen durch die Maßnahmen der Konzeption weitgehend kompensiert und das Beschreiben der Beobachtungen insbesondere durch die zeichnerische Darstellungsebene unterstützt wird, kann für die Lerngruppe festgehalten werden, dass die größten Herausforderungen im Umgang mit den Repräsentationsebenen liegen.

Zur Beantwortung der *dritten Forschungsfrage* kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass eine Vielzahl der Schülerinnen und Schüler erste Vorstellungen davon erworben hat, wie Beobachtungen auf der submikroskopischen Ebene interpretiert werden können. Durch die Begegnung mit dem verallgemeinerten Teilchenbegriff und der neuen Repräsentationsebene werden erste Grundlagen dafür geschaffen, differenzierte Kenntnisse über den Aufbau von Stoffen zu erwerben. Die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler weist am Ende der Unterrichtseinheit ein Hybridverständnis auf, was für die betreffende Altersstufe, Schulform und hinsichtlich der generellen Herausforderungen jedoch kein ungewöhnliches Ergebnis ist. Dass einige Lernende durch das Modellieren mit Knetmasse und insbesondere durch das Nutzen der gestuften Lernhilfen bereits (in Ansätzen) in der Lage sind, auf der submikroskopischen Ebene zu argumentieren, stellt in Anbetracht der Kürze der Unterrichtseinheit eine beachtliche Leistung dar. Neben überwiegend erfolgreichen Schülerinnen und Schülern dürfen allerdings nicht die Lernenden übersehen werden, die für eine erfolgreiche Teilnahme an der Unterrichtseinheit vermutlich mehr Erläuterungen und Anweisungen benötigt hätten. So ist es erforderlich, diese durch weitere Differenzierungsmaßnahmen und Anwendungsbeispiele im Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zu unterstützen. Um den Nutzen der Zeichnungen als Diagnoseinstrument zu fundieren, könnten die Darstellungen zur submikroskopischen Ebene durch offenere Aufgabentypen ergänzt und damit nähere Informationen zu den Zeichnungen gewonnen werden. Für die sprachlich schwächeren Lernenden könnten weitere Hilfen wie z.B. Satzbausteine zur Bewältigung der Aufgabenstellungen vorgegeben werden. Insgesamt kann aber festgehalten werden, dass die Lernenden in der Erstbegegnung mit der Betrachtungsebene

bereits grundlegende Vorstellungen erworben haben, die im weiteren Chemieunterricht erweitert und reflektiert werden können.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass mit dem Einsatz des Förderkonzeptes, das auf den Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung basiert und weitere Darstellungsformen und Wahrnehmungskanäle nutzt, ein Weg der Förderung beschrieben wurde, der den Bedürfnissen der angesprochenen Zielgruppen gerecht wird. Die im Rahmen der praktischen Erprobung eingesetzten Maßnahmen sind grundsätzlich geeignet, das Anwenden von Fachbegriffen sowie das Beschreiben und Erklären von naturwissenschaftlichen Phänomenen für hörgeschädigte Lernende didaktisch zu transformieren. Durch die eingesetzten Fördermaßnahmen konnten bereits bedeutende Aspekte des naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens und grundlegende chemische Fachbegriffe eingeführt werden, wodurch entscheidende Voraussetzungen für den Erwerb der naturwissenschaftlichen Grundbildung geschaffen wurden. Da die Ergebnisse der Studie gezeigt haben, dass Förderschulklassen keinesfalls homogen zusammengesetzt sind, erweist es sich als notwendig, die Diversität der Schülerinnen und Schüler durch weitere Differenzierungsmaßnahmen stärker zu berücksichtigen.

Ausgehend von den Erfahrungen des Projektes werden im nachfolgenden Kapitel Konsequenzen für die inklusive Unterrichtspraxis und die Lehrerinnen- und Lehrerbildung abgeleitet (vgl. Kapitel 7).

7 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Studien haben zur Erkenntnis geführt, dass das entwickelte Förderkonzept für Lernende mit Hörschädigung ein umfangreiches didaktisches Potenzial bereitstellt. Mit dem Einsatz der Konzeption, in der die didaktischen Prinzipien Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung sowie die Einbeziehung alternativer Darstellungsformen und verschiedener Wahrnehmungskanäle im Vordergrund stehen, wird ein Weg beschritten, bei dem Lernende mit Hörbeeinträchtigung beim Erwerb der chemischen Fachsprache, beim Dokumentieren von Beobachtungen und im Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen gefördert werden. Auf Grundlage der Erkenntnisse zeigen sich Mehrwerte für die Implementation der Konzeption in die inklusive Schulpraxis (vgl. Kapitel 7.1) und für die universitäre Lehrerinnen- und Lehrerbildung (vgl. Kapitel 7.2).

7.1 Konsequenzen für die inklusive Unterrichtspraxis

Die Feststellung, dass die Fördermaßnahmen für Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung wirksam sein können (vgl. Kapitel 6), gibt begründeten Anlass zu der Annahme, dass die Konzeption ebenso im Chemieunterricht einer inklusiven Schule als Differenzierungsmaßnahme eingesetzt werden kann, um den Bedürfnissen hörgeschädigter Lernender auch an diesem Förderort gerecht zu werden. Mit dem Einsatz des Förderkonzeptes in einem inklusiven Unterricht kann ein selbstständiges und eigenverantwortliches naturwissenschaftliches Arbeiten von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung möglich sein, sodass einzelne Lernende ihre Fähigkeiten (weiter-)entwickeln können, die sich aus der konsequenten Umsetzung der didaktischen Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung sowie der Einbeziehung alternativer Darstellungsformen und verschiedener Wahrnehmungskanäle in der Konzeption ergeben: Die Lernenden werden darin gefördert, zentrale Fachbegriffe anzuwenden, Beobachtungen aus durchgeführten Experimenten detailliert zu beschreiben und diese durch die Einbeziehung der submikroskopischen Repräsentationsebene zu erklären. Da es sich bei den genannten Aspekten um grundlegende Fähigkeiten handelt, die im Chemieunterricht der gesamten Schulzeit benötigt und erworben werden, kann durch den Einsatz des Förderkonzeptes eine Basis geschaffen werden, diese Fähigkeiten im Hinblick auf den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung langfristig zu erweitern.

Die Rückmeldungen der Lehrkräfte von den Förderschulen Lernen und Sprache, die im Rahmen der partizipativen Aktionsforschung einbezogen wurden (vgl. Kapitel 5.3.3), deuten darauf hin, dass auch Schülerinnen und Schüler mit anderen Förderschwerpunkten von den Lernangeboten (in einem inklusiven Unterricht) profitieren könnten. So werden zahlreiche Anknüpfungsmöglichkeiten für Lernende mit den Förderschwerpunkten Sprache und Lernen sowie die Möglichkeit eines sprachsensiblen Fachunterrichts zur besonderen Berücksichtigung von Schülerinnen und Schülern mit Zuwanderungsgeschichte oder aus bildungsfernen Elternhäusern gesehen (vgl. Kapitel 5.5.2). Zudem werden mit dem Erwerb der chemischen Fachsprache und dem Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen im Förderkonzept die zentralen Hindernisse des Lernens von Chemie adressiert (vgl. Kapitel 2.1.3 und Kapitel 2.2), sodass Lernende ohne ausgewiesenen Förderbedarf von einer besonderen Berücksichtigung der genannten Aspekte sicherlich ebenfalls profitieren können. Diese Annahme kann durch die Aussage von Meijer (2010) gestützt werden.

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

Da die untersuchte Lerngruppe von einem hohen Maß an Diversität gekennzeichnet ist und sich diese Pluralität in einer inklusiven Lernumgebung erwartungsgemäß fortsetzen wird, sind weitere Maßnahmen der Differenzierung für die Konzeption erforderlich. Ziel der Adaption ist es, leistungsschwächeren Lernenden zusätzliche Lernhilfen zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler ausreichend zu fordern, damit sich diese nicht unterfordert fühlen. Weiterhin ergeben sich aus den praktischen Erfahrungen sowie den inhaltsanalytischen Auswertungen der Ergebnisse der Lernenden einige optimierungswürdige Aspekte, die in Tabelle 7.1 zusammenfassend dargestellt sind und anschließend näher erläutert werden.

Tab. 7.1: Optionen zur weiteren Differenzierung und Verbesserung des Förderkonzeptes

	Möglichkeiten der konkreten Umsetzung	
Vorbereitung	Protokollieren mit Schwerpunkt auf der stofflichen Ebene (z.B. beim Herstellen heterogener Stoffgemische)	
Dokumentation von Experimenten	Vermutung	Begründung der Vermutungen, Ideenkarten
	Durchführung	<ul style="list-style-type: none"> • ggf. Einsatz (halb-) offener Aufgabentypen zum Anfertigen eines Textes • Lernhilfen
	Beobachtung, erste Ideen, Erklärung	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz (halb-)offener Aufgabentypen zur Erläuterung der Zeichnungen • weitere Lernhilfen
	Gestufte Lernhilfen	Trennung der Ebenen verdeutlichen
	Reflexion der Ergebnisse	Schriftlicher Rückbezug zur formulierten Vermutung
Experimente	<ul style="list-style-type: none"> • getrenntes Erhitzen von Wasser, Zucker und Salz • weitere Anwendungsbeispiele 	
Spezifischere Sprachförderung	z.B. gezieltes Lese-Rechtschreib-Training, Einsatz von Fachgebärden, Wiederholung zentraler (Fach-)Begriffe, nähere Erläuterung abstrakter Begriffe	

Zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf den Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen und zur Einführung des Protokollierens im Anfangsunterricht könnten zahlreiche Versuche durchgeführt werden, in denen zur Dokumentation der Einbezug der submikroskopischen Ebene nicht erforderlich ist. So hat sich in der vorgestellten Studie herausgestellt, dass die Lernenden geringe Erfahrungswerte im Protokollieren aufweisen und neben zahlreichen erfolgreichen Schülerinnen und Schülern auch Lernende identifiziert werden konnten, die mehr Zeit und Übung zum Deuten von Experimenten benötigen hätten (vgl. Kapitel 6.4). Durch eine anfängliche Betonung der stofflichen Ebene erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich auf die Kriterien des Versuchsprotokolls und die Beschreibung von Phänomenen auf der genannten Repräsentationsebene zu konzentrieren, bevor die submikroskopische Betrachtungsebene hinzugezogen wird. Diese Vorgehensweise würde den Empfehlungen von Johnstone (2010) zum Umgang mit den Betrachtungsebenen entsprechen, der auf eine mögliche Überforderung der Lernenden durch das vorzeitige Einführen der abstrakteren Betrachtungsebene hinweist (vgl. Kapitel 2.1.3). Gräber & Stork (1984), welche die Entwicklungspsychologie Piagets zur Aufklärung von Verstehensproblemen in Chemieunterricht aufgegriffen haben, führen in diesem Zusammenhang an, dass ebenfalls formal-operational denkende Lernende von einer initialen, stärkeren Betonung der konkret-operationalen Ebene profitieren können (vgl. ebd.

1984, S. 266), was sich wiederum mit der von Meijer (2010) getätigten Aussage im Hinblick auf die Inklusion in Beziehung setzen lässt.

Hinsichtlich des Dokumentierens von Experimenten lässt sich zusammenfassend sagen, dass Schülerinnen und Schüler mit ausgeprägteren sprachlichen Fähigkeiten im Förderkonzept stärker berücksichtigt werden könnten. Diese Erkenntnis basiert auf den Ergebnissen der vorgestellten Untersuchung, in denen neben sprachlich schwächeren Lernenden auch einige sprachlich stärkere Schülerinnen und Schüler einbezogen waren, die stärker gefordert werden können (vgl. Kapitel 6.4). Für einen inklusiven Unterricht ist anzunehmen, dass sich die bereits in der Studie gezeigte sprachliche Diversität potenziert. So könnten die Darstellungen zur Beobachtung, der ersten Ideen und der Erklärung durch den Einsatz (halb-)offener Aufgabenformate (z.B. Satzanfänge) ergänzt und weniger auf geschlossener Formate (z.B. Lückentexte, Multiple-Choice-Aufgaben) zurückgegriffen werden. Zur Unterstützung von Lernenden mit sprachlichen Herausforderungen sind zusätzliche Lernhilfen (z.B. vorgegebene Satzbausteine) bereitzustellen, die optional herangezogen und von sprachlich stärkeren Schülerinnen und Schülern vermutlich weniger berücksichtigt werden. Ebenfalls könnten die visualisierten Versuchsanleitungen als Impuls zur eigenständigen Textproduktion dienen. Auch die Interpretation der Zeichnungen kann durch die detaillierteren schriftsprachlichen Ausführungen optimiert, und davon ausgehend können verbessert individuelle Fördermaßnahmen eingeleitet werden. Auch in Bezug auf die Vermutungen hat sich die Offenheit des Aufgabentyps als hilfreich erwiesen, um die sprachlichen Mittel und Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu diagnostizieren. Allerdings war es aufgrund der Offenheit der Aufgabenstellung nicht immer möglich, die Vorhersagen der Lernenden gemäß ihrer fachlichen Angemessenheit einzuschätzen (vgl. Kapitel 6.3), sodass hier eine Optimierung notwendig wäre. Auch um den geäußerten Vermutungen mehr den Charakter einer Hypothese als zentralen Aspekt naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zu verleihen, könnte von den Lernenden optional eine Begründung für die Vorhersage verlangt werden. Zur Bewältigung dieser Lernaufgaben wird auf weitere Ideenkarten gesetzt, die von den Schülerinnen und Schülern bei Bedarf herangezogen werden können. Zudem konnte aus den Vermutungen der vorgestellten Studie abgeleitet werden, dass einige zentrale chemische Grundbegriffe (z.B. schmelzen, verbrennen) nicht bei allen Lernenden gesichert vorhanden sind (vgl. Kapitel 6.3). Demnach wäre für diese Lernenden ein spezifischeres und vertiefendes Sprachförderangebot erforderlich, das zur Klärung der sprachlichen Unsicherheiten beitragen soll. So könnten beispielsweise auch im inklusiven Kontext spezielle Einheiten durchgeführt werden, in denen die Unterrichtsinhal-

te und die jeweiligen Fachtermini in der Gebärdensprache wiederholt und vertieft werden, insofern diese vorhanden sind. Weiterhin könnten in spezielleren Einheiten abstraktere Begriffe wiederholt und näher erläutert oder ein gezieltes Lese-Rechtschreib-Training durchgeführt werden, wodurch sprachliches und fachliches Lernen im Sinne einer *durchgängigen Sprachbildung* (vgl. Lange & Gogolin 2010) fest in den Chemieunterricht integriert wird.

Aus den Ergebnissen der vorgestellten Studie kann entnommen werden, dass insbesondere gestufte Lernhilfen dazu beigetragen haben, den Weg von der Beobachtung zur Deutung zu verbessern. Allerdings wurde die erforderliche Trennung der makroskopischen und submikroskopischen Ebene nicht in allen Fällen vorgenommen (vgl. Kapitel 6.4). Da die besondere Aufgabe des Chemieunterrichts, gleichzeitig aber auch die Quelle für Lernschwierigkeiten aller Schülerinnen und Schüler an jeder Schulform, darin liegt, einen kompetenten Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen zu erwerben (vgl. Kapitel 2.1.3), könnten die gestuften Lernhilfen dahingehend optimiert werden, noch deutlicher auf die Notwendigkeit zur Trennung der Ebenen hinzuweisen. Weiterhin könnte der Weg zur Deutung dadurch verbessert werden, indem auf mehr Anwendungsbeispiele zurückgegriffen wird und die in der Unterrichtseinheit eingesetzten Substanzen (Wasser, Zucker und Salz) zur Vorbereitung getrennt voneinander erhitzt werden. So werden die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützt, Zusammenhänge zwischen bereits bekannten experimentellen Erfahrungen und neuen Sachverhalten herzustellen. Um die hier vorgestellten Maßnahmen auf ihren praktischen Nutzen für einen inklusiven Unterricht hin zu überprüfen, sind weitere Untersuchungen zur Evaluation und Optimierung auch hinsichtlich der von Meijer (2010) getätigten Aussage durchzuführen.

Auch wenn die Resultate der Untersuchung zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Förderung von Lernenden mit Hörschädigung erbracht haben, kann das vorliegende Forschungsvorhaben nur den Anfang darstellen, einen von fachdidaktischer Forschung weitgehend unberücksichtigten Bereich weiter zu erschließen. So sind aufgrund der einsetzenden inklusiven Beschulung zukünftig weitere Studien notwendig, mit denen weitere spezifische Bedarfe und Fördermöglichkeiten aufgedeckt werden können, die sich aus den jeweiligen Beeinträchtigungen und der damit verbundenen Diversität von Lernenden mit Förderbedarf ergeben, die in der inklusiven Unterrichtspraxis zu berücksichtigen sind.

7.2 Konsequenzen für die inklusive Lehrerinnen- und Lehrerbildung

Als logische Konsequenz der Ratifizierung der *Behindertenrechtskonvention* stellt sich neben der Notwendigkeit zur Neuorientierung der Institution Schule eine Veränderung der universitären Lehramtsausbildung ein. So ist es erforderlich, angehende Lehrkräfte für die spezifischen Herausforderungen von Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung und anderen Förderbedarfen im Chemieunterricht zu sensibilisieren. Weiterhin sollte es Ziel der Lehramtsausbildung sein, den Studierenden frühzeitig mögliche Wege zur Wissens- transformation sowie zur Differenzierung aufzuzeigen (vgl. Kapitel 4.4.1). Um dieses Vorhaben realisieren zu können, ist eine „verpflichtende und gestufte Einbeziehung sonderpädagogischer bzw. an Inklusion orientierter Fragestellungen und Ausbildungselemente in den Studien aller Lehramtsstudierenden“ (Münch 2010, S. 98) entscheidend. Dieser Anspruch wird auch im „Inklusionsplan für Kölner Schulen“ deutlich, in dem neben dem genannten Bedarf die „Förderung der Ausbildung der Sonderpädagogen in der inklusiven Schule“ (Dezernat für Bildung, Jugend und Sport, Integrierte Jugendhilfe und Schulentwicklungsplanung 2012, S. 32) betont wird.

Eine an den genannten Aspekten orientierte Lehrerinnen- und Lehrerbildung, in der Verbindungsversuche zwischen Fachwissenschaft/Fachdidaktik, Sonderpädagogik und Bildungswissenschaften unternommen werden, ist bis auf die Universitäten Bremen, Bielefeld und Potsdam in Deutschland bisher kaum zu finden. An der Universität Bielefeld ist es seit dem Wintersemester 2002/03 möglich, den Studiengang „Integrierte Sonderpädagogik“ zu studieren (vgl. Kottmann 2011), während der Studiengang „Master of Education Inklusive Pädagogik: Lehramt Sonderpädagogik in Kombination mit dem Lehramt an Grund- und Sekundarschulen“ an der Universität Bremen seit dem Wintersemester 2008/09 angeboten wird (vgl. Seitz & Scheidt 2011). An der Universität Potsdam wurde jüngst der Studiengang „Primarstufe mit dem Schwerpunkt Inklusionspädagogik“ eingeführt (vgl. Schuppen- er 2014). Da für eine grundlegende Veränderung der Studiengänge jedoch eine Umsetzung zahlreicher Studienreformen notwendig ist, soll den angesprochenen Desiderata der Lehrerinnen- und Lehrerbildung kurzfristig mit verschiedenen interdisziplinär ausgerichteten Lehrveranstaltungen begegnet werden, die in den Bachelor-Studiengang für Lehramt an Haupt-, Real- und Gesamtschulen sowie für das Lehramt für sonderpädagogische Förderung an der Universität zu Köln integriert werden.

In einem ersten Schritt wird das Projektseminar, das den Modulen „Ausgewählte Aspekte der Fachdidaktik und des Chemieunterrichts“ für das Lehramt an Haupt-, Real- und Ge-

samtschulen (vgl. Universität zu Köln 2012a) sowie „Grundlegende Aspekte der Fachdidaktik“ für das Lehramt für sonderpädagogische Förderung (vgl. Universität zu Köln 2012b) angehört und zur Mitte des Studiums vorgesehen ist, dem angesprochenen Vorhaben entsprechend gestaltet. Grundsätzlich werden die Studierenden im Projektseminar dazu angeleitet, ihre fachlichen und fachdidaktischen Kenntnisse in schulpraktischen Übungen anzuwenden und zu vertiefen. Als konkrete Lernsituation für die Studierenden werden die Schülerexperimentiertage (SETs), ein außerschulisches Lernangebot am Institut für Chemie und ihre Didaktik an der Universität zu Köln, gewählt. Die Schülerexperimentiertage, die von den Studierenden betreut werden, bieten Lerngruppen verschiedener Schulformen und Jahrgangsstufen die Möglichkeit, in den Institutslaboren alltagsnahe Experimente zu ausgewählten Themenbereichen durchzuführen (vgl. Saborowski, Reiners & Fischer 2005, S. 71). Bisher sind Förderschulklassen und inklusive Lerngruppen in diesem Lernangebot jedoch nicht ausreichend berücksichtigt worden, sodass in Kooperation mit den Studierenden ein bereits existierender Schülerexperimentiertag hinsichtlich der veränderten Zielgruppe in Anlehnung an Schmitt-Sody (2014) modifiziert wird. Damit das Vorhaben gelingen kann, werden in Seminareinheiten ausgehend vom Rahmenkonzept der Scientific Literacy die bildungspolitischen Grundlagen der Inklusion und ausgewählte sonderpädagogischen Grundlagen diskutiert. Darauf aufbauend werden zentrale Aspekte der Differenzierung und zur Konkretisierung die Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung sowie das Nutzen alternativer Darstellungsformen und verschiedener Wahrnehmungskanäle diskutiert und zur Optimierung der Experimentieranleitungen und Auswertungsformen genutzt. Für die Durchführung des Vorhabens wird eine Zusammenarbeit zwischen den Studierenden der unterschiedlichen Lehrämter angestrebt. Nach einer Erprobung werden die Schülerexperimentiertage durchgeführt und sowohl Förderschulklassen als auch inklusive Lerngruppen eingeladen, die von den Studierenden beider Lehrämter betreut werden.

In einem zweiten Schritt wird eine praktische Übung zum Forschenden Lernen der Module „Vertiefung Chemie und Chemiedidaktik I“ für das Lehramt an Haupt-, Real- und Gesamtschulen sowie für das Lehramt für sonderpädagogische Förderung am Ende des Bachelor-Studiums (vgl. Universität zu Köln 2012a und 2012b) auf eine ähnliche Weise für das angesprochene Vorhaben modifiziert. So werden die zuvor angesprochenen Themen reflektiert bzw. Gelegenheit dafür gegeben, die bereits vorhandenen Kenntnisse zu erweitern. Zudem wird, dem Titel der Veranstaltung entsprechend, vertiefend auf das Forschende Lernen eingegangen und in Anlehnung an Blanchard et al. (2010) auf Differenzierungs-

maßnahmen eingegangen (vgl. Kapitel 5.5.1). So sind die Studierenden in dieser Veranstaltung dazu angehalten, selbstständig Experimente zu planen, in Laborübungen zu erproben und Versuchsanleitungen zu entwickeln sowie Dokumentationsformen bereitzustellen, die im Rahmen von Schulbesuchen in Förderschulklassen und inklusiven Lerngruppen exemplarisch getestet werden. Zur konkreten Planung und Umsetzung des Vorhabens wird wiederum auf die Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung sowie das Nutzen alternativer Darstellungsformen und verschiedener Wahrnehmungskanäle gesetzt. Die angesprochenen Tandems werden erneut gebildet, sodass sich diese sowohl in der Phase der Planung als auch in der schulischen Praxis gegenseitig unterstützen können. Auf Grundlage der praktischen Erfahrungen folgen umfassende Phasen der Reflexion, die in einer Optimierung der Experimente und Lernaufgaben in Anlehnung an das Konzept der partizipativen Aktionsforschung münden (vgl. Kapitel 5.3).

Mithilfe der beschriebenen Lehrveranstaltungen, in denen sowohl nicht formale als auch formale Lernsituationen berücksichtigt werden, wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, konkrete (Lehr-)Erfahrungen im Umgang mit Förderschulklassen und inklusiven Lerngruppen zu sammeln, in denen Lernende mit verschiedenen Förderschwerpunkten zu finden sind. Die Konzepte der Lehrveranstaltungen geben den Studierenden beider Lehrämter die Gelegenheit, Erfahrungen in verschiedenen Bedingungsfeldern zu sammeln. Wünschenswert ist, dass diese Erlebnisse im Sinne der *Kontakthypothese* zu einer positiven Einstellung zur Inklusion beitragen können (vgl. Cloerkes 2007, S. 145f., Theunissen & Schwalb 2009, S. 20, Ziemer 2013, S. 59), die in Studien mehrfach als wichtige Bedingung für eine erfolgreiche Inklusion herausgestellt wurde (vgl. Kessels, Erbring & Heiermann 2014, Urton, Wilbert & Hennemann 2014). Auf diese Weise wird ein Weg aufgezeigt, wie Studierende verschiedener Lehrämter für sonderpädagogische und inklusionsbezogene Fragestellungen sensibilisiert werden und durch die konkrete Erfahrung nähere Informationen zu spezifischen Bedarfen von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf im Chemieunterricht identifizieren können. Zudem werden Möglichkeiten zur Förderung herausgestellt, „that will allow students with disabilities an opportunity to experience a program in science that is challenging and rewarding commensurate with their capabilities“ (Stefanich 2001, S. 7). Auf Grundlage der Erfahrungen können grundlegende Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf im Chemieunterricht nicht nur an Förderschulen, sondern auch in inklusiven Lernumgebungen erkannt und berücksichtigt werden, sodass ein grundlegender Beitrag zum Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung geleistet werden kann.

8 Zusammenfassung

Auf Grundlage eines qualitativen Forschungsdesigns zeigt das vorliegende Projekt einen Weg, wie Lernende mit Hörbeeinträchtigung im Anwenden von Fachbegriffen unterstützt und an das Beschreiben und Erklären von Experimenten unter Verwendung von Modellen herangeführt werden. Durch den Erwerb der genannten Fähigkeiten können langfristig zentrale Voraussetzungen für die Entwicklung von Scientific Literacy geschaffen werden.

Die vorliegende Arbeit ist eingebettet in den Themenkomplex der Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung an Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf und verlangt daher eine umfassende Darstellung, Erläuterung und Verbindung der Themenkomplexe. Im Anschluss an die Einleitung erfolgt in Kapitel 2 eine Erläuterung zentraler Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen sowie der chemische Fachsprache, die als bedeutende inhaltliche und formale Voraussetzungen für den Erwerb von Scientific Literacy betrachtet werden können. Hinsichtlich der naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen wird besonders auf die chemischen Repräsentationsebenen, die Wechselbeziehung zwischen Experiment und Modell sowie deren Verhältnis zueinander als zentrale Instrumente naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung eingegangen. Im Anschluss daran folgen Ausführungen über die Funktion und die Besonderheiten der chemischen Fachsprache für das Lehren und Lernen von Chemie und dessen Doppelfunktion im Chemieunterricht als Medium und Lerninhalt. Als konkretes Anwendungsbeispiel, in dem sowohl die chemische Fachsprache als auch zentrale Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens zum Tragen kommen, wird das Versuchsprotokoll mit seinen formalen und inhaltlichen Kriterien sowie seiner didaktischen Funktion vorgestellt. Weiterhin wird aufgezeigt, dass in den Spezifika und der Abstraktheit, die mit den Repräsentationsebenen der Chemie und der Fachsprache einhergehen, die zentralen Quellen für Lernschwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern begründet liegen. Aufgrund aktueller bildungspolitischer Veränderungen, in denen eine Abkehr vom separations-orientierten und eine Hinwendung zu einem inklusiven Schulsystem durch die Ratifizierung der *Behindertenrechtskonvention* durch den Deutschen Bundesrat festgelegt ist, werden die Anforderungen an die Chemielehrkräfte im Spiegel dieser Neuerungen betrachtet. Da sich für Lernende mit Förderbedarf zumeist andere Voraussetzungen für den Erwerb der Fähigkeiten ergeben, die mit einer naturwissenschaftlichen Grundbildung verbunden sind, wird das

rezipientengerechte Aufbereiten von Wissensinhalten zu Lerninhalten als genuine Aufgabe von Chemielehrenden hervorgehoben.

Um im Hinblick auf eine inklusive Beschulung Hinweise darauf zu erhalten, inwiefern sich die jeweiligen sonderpädagogischen Förderschwerpunkte auf das Lehren und Lernen im Fachunterricht auswirken, wird ein Einblick in das Forschungsfeld der Sonderpädagogik gegeben und am Beispiel des Förderschwerpunktes Hören und Kommunikation konkretisiert. Aus den Ausführungen wird deutlich, dass bei prälingual hörgeschädigten Menschen aufgrund der verminderten auditiven Perzeptionsfähigkeit ein veränderter sprachlicher Zugang vorliegt und die Sprache in der Regel nicht mit einer mit hörenden Menschen vergleichbaren Natürlichkeit, Spontaneität und Selbstverständlichkeit erworben werden kann. Weiterhin wird aufgezeigt, dass die Leistungen hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht meist nicht ausreichen, um sich auch außerhalb des schulischen Kontextes kompetent mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen zu können. Die bisher vorliegenden Forschungsergebnisse reichen allerdings nicht aus, um zur Förderung der angesprochenen Zielgruppe beizutragen.

Basierend auf den in den theoretischen Ausführungen herausgearbeiteten Forschungsdesiderata wird in Kapitel 3 die Zielstellung der vorliegenden Arbeit konkretisiert: Das Forschungsprojekt will einen Beitrag zur Entwicklung eines inklusiven Chemieunterrichts leisten, in dem Lehrende fortan zum Erreichen einer naturwissenschaftlichen Grundbildung bei allen Schülerinnen und Schülern beitragen sollen. Für die Durchführung des Vorhabens werden anhand der exemplarisch gewählten Zielgruppe von Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung besondere Herausforderungen und Bedarfe im Chemieunterricht diagnostiziert und zielgruppenspezifische Fördermaßnahmen entwickelt und erprobt. Die in Kapitel 4 dargestellte explorative Studie zielt daher zunächst darauf ab, konkrete Lernschwierigkeiten und Bedarfe im Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden zu ermitteln. Da Schülerinnen und Schüler mit Hörbeeinträchtigung im Rahmen der einsetzenden inklusiven Beschulung derzeit weniger berücksichtigt werden, gerät für die umfassende Analyse der Bedarfe die Förderschule für Hörgeschädigte mit ihren Akteurinnen und Akteuren in den Blick. Um die Bedarfe im Chemieunterricht mit hörgeschädigten Lernenden dezidiert analysieren zu können, werden verschiedene qualitative Erhebungsverfahren (Fragebogen, Interview, Videografie, teilnehmende Beobachtung) eingesetzt und diese methodischen Zugänge miteinander trianguliert. Aus den Ergebnissen der qualitativen Studie wird hinsichtlich der allgemeinen Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörge-

schädigte deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler insgesamt eine heterogene Gruppe bilden. Die Lernenden unterscheiden sich nicht nur in ihrem Hörstatus und ihren Sprachkompetenzen, sondern auch hinsichtlich der im Unterricht genutzten Kommunikationssysteme und in ihren zusätzlichen Förderbedarfen. Infolgedessen ergeben sich für die Schülerinnen und Schüler verschiedene individuelle Bedürfnisse und Begabungen. Weiterhin stehen an Förderschulen für Hörgeschädigte meist keine Lehrkräfte mit einer entsprechenden Fachausbildung für den Chemieunterricht zur Verfügung. Ebenfalls fehlt es an geeigneten Lehr- und Lernmaterialien zur Förderung hörgeschädigter Lernender im naturwissenschaftlichen Unterricht sowie an einem eigenständigen Curriculum, das auf die Belange der Förderschulen ausgerichtet ist. Hinsichtlich der domänenspezifischen Herausforderungen der Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht können drei inhaltliche Bereiche festgehalten werden: Sprache, Vorwissen und naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen. So konnte herausgestellt werden, dass bei prälingual hörgeschädigten Lernenden besondere Lernschwierigkeiten in der allgemeinen Sprachkompetenz, der chemischen Fachsprache und den Fachgebärden liegen. Aufgrund der eingeschränkten auditiven Perzeptionsfähigkeit wird das Vorwissen in einem geringeren Umfang erworben, sodass sich weniger Anknüpfungspunkte für den Chemieunterricht ergeben. Die genannten Aspekte wirken sich auf den Erwerb anderer Fähigkeiten aus, die auf Grundlage verschiedener Modelle als Aspekte naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen zugeordnet werden. Als besondere Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler können aus den Ergebnissen der Studie das Formulieren von Hypothesen bzw. Vermutungen, das Befolgen von Versuchsanleitungen und das Beschreiben und Erklären von Experimenten aufgrund sprachlicher Herausforderungen herausgearbeitet werden. Zu den im Unterricht eingesetzten Methoden zum Dokumentieren von Experimenten kann zusammenfassend dargestellt werden, dass neben kooperativen Lernformen alternative Darstellungsmöglichkeiten sowie sprachliche Unterstützungshilfen zum Einsatz kommen. Außerdem werden aus den Ergebnissen der qualitativen Studie erste Impulse für die Gestaltung von Fördermaßnahmen für hörgeschädigte Lernende gewonnen, in denen die Prinzipien Strukturierung, Visualisierung und Sprachförderung zu beachten sind. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse werden schließlich die Forschungsfragen generiert und ihnen im Rahmen eines Förderkonzeptes begegnet.

Das in Kapitel 5 entwickelte Förderkonzept zielt darauf ab, die Beantwortung der aus der explorativen Studie entstandenen Forschungsfragen zu unterstützen: *Auf welche Weise können Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigung im Anwenden von Fachbegriffen, im*

Beschreiben von Beobachtungen sowie im Erklären unter Verwendung von Modellen unterstützt werden? Mit Blick auf die genannten Aspekte werden als konkrete Fördersituation das Dokumentieren von Experimenten gewählt, eine Unterrichtseinheit zum Thema „Löslichkeitskonzept“ geplant und dieser fachliche Lerninhalt in einer umfassenden Sachstrukturanalyse vorgestellt. Für die Entwicklung der Fördermaßnahmen steht der Forschungsansatz der partizipativen Aktionsforschung im Vordergrund, der sich durch eine enge Kooperation zwischen Vertreterinnen und Vertretern der Hochschule mit unterrichtenden Lehrenden sowie wiederkehrenden Phasen der Planung, praktischen Erprobung und Reflexion auszeichnet. Die Forschungsmethode beabsichtigt damit, konkreten Defiziten in der Unterrichtspraxis zu begegnen, neue konzeptionelle Ansätze zur Verbesserung von Lehr- und Lernprozessen formativ zu evaluieren und den praktischen Nutzen der Konzeption zu prüfen. In einer Bedingungsanalyse wird die Lerngruppe der praktischen Erprobung vorgestellt, und auf Grundlage der dargestellten Lernvoraussetzungen werden Konsequenzen für die didaktische Aufbereitung sowie für die Entwicklung der Fördermaßnahmen abgeleitet, um die geschilderten Herausforderungen anzugehen. Um das Förderkonzept optimieren und weiterentwickeln zu können und dazu weitere Perspektiven einzubeziehen, wird eine schriftliche Befragung mit Förderschullehrenden durchgeführt. Um den sprachlichen Herausforderungen der Lernenden sowie den zusätzlichen Beeinträchtigungen und Störungen des Lernens und der Aufmerksamkeit besser gerecht werden zu können, wird eine weitere Fragebogenuntersuchung an den Förderschulen mit dem Förderschwerpunkt Sprache und Lernen durchgeführt. Die Anmerkungen dieser Förderschullehrkräfte werden ebenfalls zur Weiterentwicklung des Förderkonzeptes für hörgeschädigte Lernende genutzt. Die Darstellung und theoretische Begründung des Förderkonzeptes erfolgen entlang der ermittelten Förderziele und Forschungsfragen unter Berücksichtigung der Ergebnisse der schriftlichen Befragung. Aufgrund des veränderten sprachlichen Zugangs von Menschen mit Hörschädigung kann das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen jedoch nicht ausschließlich auf laut- und schriftsprachlicher Ebene erfolgen. Daher werden neben Maßnahmen zur Unterstützung der sprachlichen Mittel Visualisierung und Strukturierung als unterrichtsleitende Prinzipien ausgewählt und zur Entwicklung konkreter Fördermaßnahmen genutzt. Aufgrund der Empfehlungen der Lehrkräfte und den Herausforderungen der Lerngruppe wird bei der Beurteilung der Leistungen der Schülerinnen und Schüler keine zu starke Fokussierung auf die orthografische und grammatikalische Korrektheit, sondern auf den sachgemäßen Gebrauch der Fachtermini gelegt. Ferner werden im Förderkonzept weitere Darstellungsformen und Wahrnehmungskanäle durch das Anfertigen von Zeich-

nungen und das Nutzen von Sachmodellen genutzt, um den Bedürfnissen der Zielgruppe zu entsprechen.

In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der praktischen Erprobung auf Grundlage verschiedener Erhebungsinstrumente (Arbeitsmaterialien der Lernenden, untersuchungsbegleitende Beobachtung, Selbst- und Fremdeinschätzungsbögen, Feedbackfragebogen) vorgestellt und zur Beantwortung der formulierten Forschungsfragen genutzt. Zuvor werden der Ablauf der Konzeption der Erprobung vorgestellt und eine Deskription ausgewählter Unterrichtsstunden vorgenommen. Die Arbeitsergebnisse der Lernenden werden mit der strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008) im Hinblick auf ihre Eignung zum Anwenden von Fachbegriffen sowie zum Beschreiben und Erklären von Experimenten ausgewertet und dafür genutzt, einen Überblick über die gesamte Stichprobe zu geben. Die zentralen Erkenntnisse der inhaltsanalytischen Auswertung der Arbeitsmaterialien der Lernenden und der weiteren Erhebungsverfahren werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt: Aus den inhaltsanalytischen Auswertungen der Arbeitsergebnisse sowie aus der Beschreibung der Lerngruppe kann abgeleitet werden, dass die Heterogenität in Förderschulklassen besonders ausgeprägt ist und die Lernenden in verschiedenen Bereichen Stärken und Schwächen aufweisen. Diese zeigen sich vor allem in den Vermutungen, die Einsichten in die Präkonzepte und sprachlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler geben. Aufgrund der nicht zu starken Fokussierung auf die orthografische und grammatikalische Korrektheit der Sprache erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich gezielt auf den Erwerb des Bedeutungsinhaltes der ausgewählten Termini zu konzentrieren. Damit gelingt es ihnen, den gestellten Erwartungen mehrheitlich zu entsprechen, womit die erste Forschungsfrage beantwortet werden kann. Das Erlernen abstrakter Fachbegriffe ist durch weitere Anwendungsbeispiele und Fördermöglichkeiten zu unterstützen. Den Ergebnissen der inhaltsanalytischen Auswertung der Dokumentation der Beobachtung und dem abschließenden Feedback der Lehrenden nach zu urteilen, stellt das Anfertigen von Zeichnungen, die durch Beschriftungen ergänzt werden, eine angemessene Form des Beschreibens für die betreffende Lerngruppe dar, wodurch die zweite Forschungsfrage beantwortet werden kann. Die Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler zeigen, wie sie die Darstellungsform aufgrund ihrer individuellen Fähigkeiten und Neigungen unterschiedlich nutzen und bis auf wenige Ausnahmen zu gelungenen Ergebnissen kommen. Die Lernhilfen zum Anfertigen der Zeichnungen führen dazu, dass sich die Lernenden in ihren Darstellungen einerseits auf die wesentlichen Aspekte der Versuche beschränken und diese andererseits in der geforderten Ausführlichkeit und Präzision darstellen. Es

handelt sich demnach eindeutig um ein Verfahren, das zum Dokumentieren von Experimenten als Alternative zur rein schriftsprachlichen Darstellung eingesetzt werden kann. Während die sprachlichen Defizite der meisten durch Wortschatzarbeit, alternative Darstellungsformen und den Einsatz verschiedener Aufgabenformate weitgehend kompensiert werden, lässt sich für die gesamte Lerngruppe festhalten, dass der Fehlerschwerpunkt der Lernenden im Umgang mit den chemischen Repräsentationsebenen liegt. Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage kann aus den Ergebnissen der praktischen Erprobungen abgeleitet werden, dass eine Vielzahl der Schülerinnen und Schüler erste Vorstellungen davon erworben haben, wie Beobachtungen auf der submikroskopischen Ebene interpretiert werden können. Die Mehrzahl der Lernenden befindet sich im Bereich des Übergangverständnisses und weist typische Fehlvorstellungen auf, welche für die vorliegende Altersstufe, Schulform und angesichts der Förderschwerpunkte nicht ungewöhnlich sind. Neben zahlreichen erfolgreichen Schülerinnen und Schülern darf allerdings nicht übersehen werden, dass einige Lernende für eine erfolgreiche Teilnahme an der Unterrichtseinheit vermutlich mehr Erläuterungen und Anweisungen beansprucht hätten. So ist es erforderlich, den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler im Nachvollziehen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen durch weitere Differenzierungsmaßnahmen zu unterstützen. Damit sich die bereits erworbenen Vorstellungen bei den Lernenden festigen können, werden weitere Anwendungsbeispiele benötigt, was auch durch die Rückmeldungen der Lehrkräfte bestätigt wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die eingesetzten Fördermaßnahmen geeignet sind, um das Anwenden von Fachbegriffen und das Einführen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung zu fördern. Da sich gezeigt hat, dass Förderschulklassen in einem besonderen Maße von Diversität gekennzeichnet sind, erweist es sich als notwendig, die Pluralität der Lerngruppe durch weitere Differenzierungsmaßnahmen und Anwendungsbeispiele stärker zu berücksichtigen. Durch die Auswahl der eingesetzten Lernhilfen konnte bereits ein grundlegender Beitrag dafür geleistet werden, die Schülerinnen und Schüler im Erwerb von Scientific Literacy zu unterstützen.

Schließlich werden in Kapitel 7 die beschriebenen Erfahrungen und Resultate der Arbeit resümiert und im Hinblick auf die mögliche Implementation der entwickelten Fördermaßnahmen und die identifizierten Prinzipien für die inklusive Unterrichtspraxis sowie für eine inklusive Lehrerinnen- und Lehrerbildung reflektiert.

Als zentrales Ergebnis der vorliegenden Arbeit kann festgehalten werden, dass es möglich ist, Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung mithilfe eines umfassenden Förderkonzeptes, das auf den Prinzipien der Visualisierung, Strukturierung und Sprachförderung sowie alternativen Darstellungsmöglichkeiten basiert, im Anwenden von Fachbegriffen sowie im Beschreiben und Erklären von Beobachtungen unter Verwendung von Modellen zu fördern. Aufgrund der Diversität der angesprochenen Zielgruppe wird die Notwendigkeit deutlich, weitere Differenzierungsmaßnahmen bereitzustellen, um die Voraussetzungen für den Erwerb von Scientific Literacy zu optimieren. Da es sich bei den im Förderkonzept angesprochenen domänenspezifischen Fähigkeiten um Aspekte handelt, in denen eine Vielzahl an Schülerinnen und Schülern Unterstützung benötigt, steht zu erwarten, dass die entwickelten Maßnahmen auch anderen Lernenden im inklusiven Unterricht zugute kommen können. Damit wird es aber notwendig, angehende Lehrkräfte von inklusiven Schulen frühzeitig für die Herausforderungen von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf im Chemieunterricht zu sensibilisieren und die Entwicklung differenzierter Lernsituationen zu fördern.

Literaturverzeichnis

- Abels, S. (2005). *Chemie-Lernen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I an Hörgeschädigtenschulen – eine erste Bestandsaufnahme*. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung. Universität Hamburg. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Abels, S. (2014). Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht in der Lernwerkstatt Donaustadt. *Schulpädagogik heute*, 5(10), 1-9.
- Abraham, M.R. & Williamson, V.M. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-156.
- Adesokan, A. (2010). *Möglichkeiten und Grenzen von kommunikationsunterstützenden Lehr-/Lernhilfen für Hörgeschädigte im Chemieunterricht*. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung. Universität zu Köln. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2014). Working towards inclusive education: Introducing scientific reasoning and methods of investigation to students with special needs in chemistry classes. In: C.P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Hrsg.). *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 12*. Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association, 84-93.
http://www.esera.org/media/esera2013/Adejoke_Adesokan_12Dec20132.pdf
(Download: 12.01.2014).
- Albertini, J. (2000). Schreiben als dialogischer Prozeß, eigenes Produkt und individueller Ausdruck – Ergebnisse angewandter pädagogischer Forschung. In: J. Albertini, E. Ehrhardt. & H.C. Strauß (Hrsg.). *Kommunikation und Kreativität: Festschrift für Klaus Schulte zum 70. Geburtstag*. Villingen-Schwenningen: Neckar, 113-119.
- Allemann-Ghionda, C. (2013). *Bildung für alle, Diversität und Inklusion. Internationale Perspektiven*. Paderborn: Schöningh.
- Altrichter, H. & Gstettner, P. (1997). Action Research A Closed Chapter in the History of German Social Science? In: R. McTaggart (Hrsg.). *Participatory Action Research: International Contexts and Consequences*. Albany, NY: State University of New York Press, 45-78.
- Altrichter, H. & Posch, P. (2007). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung*. Regensburg: Verlag Julius Klinkhardt.

- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science, Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Amrhein, B. (2011). *Inklusion in der Sekundarstufe: eine empirische Analyse*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Antia, S.D., Jones, P.B., Reed, S. & Kreimeyer, K.H. (2009). Academic Status and Progress of Deaf and Hard-of-Hearing Students in General Education Classrooms. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(3), 293-311.
- Antia, S.D., Kreimeyer, K.H. & Reed, S. (2010). Supporting students in general education classroom. In: M. Marschark & P.E. Spencer (Hrsg.). *Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education, Volume 2*. New York: Oxford University Press, 72-92.
- Antia, S.D., Reed, S. & Kreimeyer, K.H. (2005). Written Language of Deaf and Hard-of-Hearing Students in Public Schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 10(3), 244-255.
- Antia, S.D., Sabers, D.L. & Stinson, M.S (2006). Validity and Reliability of the Classroom Participation Questionnaire With Deaf and Hard of Hearing Students in Public Schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 12(2), 158-171.
- Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2014). Schüler als Forscher – Experimentieren kompetenzorientiert unterrichten und beurteilen. *MNU*, 67(2), 83-91.
- Aschersleben, K. (1993). *Welche Bildung brauchen Schüler? Vom Umgang mit dem Unterrichtsstoff*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Asselborn, W., Jäckel, M. & Risch, K.T. (2009). *Chemie heute 7. Sekundarstufe I. Nordrhein-Westfalen*. Braunschweig: Schroedel.
- Atkins, P.W. & de Paula, J. (2006). *Physikalische Chemie*. Weinheim: Wiley VCH-Verlag.
- Ausubel, D.P. (1974). *Psychologie des Unterrichts*. Weinheim: Beltz.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2012). *Bildung in Deutschland 2012. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur kulturellen Bildung im Lebenslauf*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Bailey, J.M., Slater, S.J. & Slater, T.F. (2010). *Conducting Astronomy Education Research: A Primer*. New York: W.H. Freeman.
- Banchi, H. & Bell, R. (2008). The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Barke, H.D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Heidelberg: Springer-Verlag.

- Barke, H.D. & Harsch, G. (2011). *Chemiedidaktik kompakt: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Barke, H.D. & Harsch, G. (2012). *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- 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.
- Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (1997). TIMSS/III. Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 5(2), 353-358.
- Beck, G. & Claussen, C. (2000). Experimentieren im Sachunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 139, 10-11.
- Becker, H.J. (1983). Eine empirische Untersuchung zur Beliebtheit von Chemieunterricht. *Chimica didacticae*, 97(9), 97-123.
- Becker, C. (2002). *Verfahren zur Lexikonerweiterung in der Deutschen Gebärdensprache*. Seedorf: Signum.
- Becker, C. (2012). Inklusion für alle? Qualitätsstandards für die Bildung. *Hörgeschädigtenpädagogik*, 3, 102-109.
- Becker, R. & Artelt, C. (1998). Evaluation of a Training Using Visible Speech in German Schools for the Deaf. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 3(2), 157-172.
- Becker-Mrotzek, M. & Böttcher, I. (2006). *Schreibkompetenz entwickeln und beurteilen: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen-Scriptor.
- Behrens, J. & Bolte, C. (2004). Zur Situation des Physik-/Chemieunterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. In: A. Pitton (Hrsg.). *Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2003*. Münster: LIT-Verlag, 317–319.
- Bennett, R.E. (2011). Formative assessment: a critical review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 18(1), 5-25.
- Bernholt, S. (2013). *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Hannover 2012*. Münster: LIT-Verlag.
- Bernholt, S., Ronnebeck, S., Ropohl, M., Koller, O. & Parchmann, I. (2013). *Report on current state of the art in formative and summative assessment in IBE in STM - Part I*. http://assistme.ku.dk/report_series/no1/131015_del_2_4_IPN_PE-I-web.pdf (Download: 06.12.2014).

- Bezirksregierung Arnsberg (2014). *Zertifikatskurs Chemie Sek I*.
<http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/container/lfb/2014/pdf/0411-14-15.pdf>
(Download: 14.05.2014).
- Biewer, G. (2010). *Grundfragen der Heilpädagogik*. Stuttgart: UTB.
- Biesalski, P. & Frank, F. (1994). *Phoniatrie – Pädaudiologie*. Stuttgart: Thieme.
- 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.
- Bleidick, U. & Hagemeyer, U. (1998). *Einführung in die Behindertenpädagogik: Allgemeine Theorie der Behindertenpädagogik*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Blochius, P. & Helke, I. (2010). *Gemeinsames Positionspapier der Hörgeschädigtenverbände zur Inklusion in der Bildung*. Berlin: Deutscher Schwerhörigenbund e.V.
- Bloom, B.S. (1972). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Weinheim: Beltz.
- Boban, I. & Hinz, A. (2013). Der neue Index für Inklusion – eine Weiterentwicklung der deutschsprachigen Ausgabe. *Zeitschrift für Inklusion*, 2.
- Bodner, G., MacIsaac, D. & White, S. (1999). Action research: Overcoming the Sports Mentality Approach to Assessment/Evaluation. *University Chemistry Education*, 3(1), 31-36.
- Booth, T. & Ainscow, M. (2002). *Index for inclusion – developing learning and participation in schools*. Bristol: Centre for Studies on Inclusive Education.
- Borchert, J. (2007). *Einführung in die Sonderpädagogik*. München: Oldenbourg.
- Bortz, J. & Döring, N. (2009). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Born, S. (2009). Didaktik und Methodik des integrativen Unterrichts. In: A. Leonhardt (Hrsg.). *Hörgeschädigte Schüler in der allgemeinen Schule. Theorie und Praxis der Integration*. Stuttgart: Kohlhammer, 244-273.
- Bourdieu, P. (1983). Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital. In: R. Kreckel (Hrsg.). *Soziale Ungleichheiten - Soziale Welt Sonderband 2*. Göttingen: Verlag Otto Schwartz & Co, 183-198.
- Brotzmann, H. (2004). Kommunikationshilfen ermöglichen Teilhabe. In C. Schlenker-Schulte (Hrsg.). *Barrierefreie Information und Kommunikation: Hören – Sehen – Verstehen in Arbeit und Alltag*. Villingen-Schwenningen: Neckar, 63-78.

- Brügelmann, H. & Brinkmann, E. (2006). Sprachbeobachtung und Sprachförderung am Schulanfang. *Diagnostizieren und Fördern. Stärken entdecken – Können entwickeln. Friedrich-Jahresheft.*
- Bruns, J. (2008). Datengewinnung mittels Befragung. In: W. Pepels (Hrsg.). *Marktforschung: Verfahren, Datenauswertung, Ergebnisdarstellung.* Düsseldorf: Symposium, 121-156.
- Brüning, H.G. (1990). Das Versuchsprotokoll. *Physica didacticae*, 17(3-4), 101-109.
- Bund-Länder-Kommission (1997). Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Heft 60 der Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung. Bonn: Bund-Länder-Kommission.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2001). *Das informelle Lernen. Die internationale Erschließung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen aller.* Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2001). *Sozialgesetzbuch (SGB) Neuntes Buch (IX) – Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen – (SGB IX).* http://www.arbeitsagentur.de/web/wcm/idc?IdcService=GET_FILE&dDocName=L6019022DSTBAI377655&RevisionSelectionMethod=Latest (Download: 18.09.2014).
- Busch, H. (2012). *Möglichkeiten der Diagnostik und Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht.* Berlin: uni-edition GmbH.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion.* München: Pearson Deutschland.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices.* Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R.W. (2002). Scientific Literacy – Mythos oder Realität? In: W. Gräber, P. Nentwig, Th.R. Koballa & R.H. Evans (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung.* Opladen: Leske + Budrich, 21-44.
- Calyk, M. & Ayas, A. (2005). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6(1), 30-41.
- Carlsen, W.S. (2007). Language and Science Learning. In: S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education.* Mahwa, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 57-74.

- Carr, W. & Kemmis, S. (1986). *Becoming Critical: Education, Knowledge, and Action Research*. London: Falmer Press.
- Celic, C. & Seltzer, K. (2011). *Translanguaging: A Cuny-Nysieb guide for educators*. New York: Cuny-Nysieb, The Graduate Center, The City University of New York.
<http://www.nysieb.ws.gc.cuny.edu/files/2012/06/FINAL-Translanguaging-Guide-With-Cover-1.pdf> (Download: 30.12.2014).
- Chalmers, A.F. (2001). *Wege der Wissenschaft. Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Chilver-Stainer, J., Gasser, L. & Perrig-Chiello, P. (2015). Einschluss oder Ausschluss von Gleichaltrigen mit Hörschädigung? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 61, 40-50.
- Chinn, C.A. & Malhotra, B.A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Christen, H.R. (1980). *Struktur und Energie. Eine Einführung in die Allgemeine Chemie*. Frankfurt am Main: Diesterweg.
- Christen, H.R. & Meyer, G. (1994). *Allgemeine und Anorganische Chemie. Band 1*. Frankfurt: Salle & Sauerländer.
- Clarke, A. & Dawson, R. (1999). *Evaluation Research: An Introduction to Principles, Methods and Practice*. London, Thousand Oaks, New Dehli: Sage Publications.
- Claußen, W.H. (1995). Schwerhörigenpädagogik. In: W.H. Claußen, W. Dohse, N. Myschker & W. Rath (Hrsg.). *Einführung in die Behindertenpädagogik. Band III*. Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer, 9-42.
- Claußen, W.H. & Diercks, E.A. (1985). *Sprachliche Entwicklung schwerhöriger Kinder und Jugendlicher. Eine empirische Untersuchung*. Berlin: Marhold.
- Clement, J. & Rae-Ramirez, M.A. (2008). *Model based learning and instruction in science*. Dordrecht: Springer-Verlag.
- Cloerkes, G. (2007). *Soziologie der Behinderung*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter GmbH „Editions S“.
- Cohen, I.B. & Watson, F.G. (1952). *General Education in Science*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Coleman, J., McTigue, E. & Smolkin, L. (2011). Elementary Teachers' Use of Graphical Representations in Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(7), 613-643.

- Corey, S.M. (1953). *Action research to improve school practices*. New York: Columbia University Teachers College Press.
- Crawford, B. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education, Volume 2*. New York: Routledge. 515-544.
- Crees, A. & Blackledge, A. (2010). Translanguaging in the Bilingual Classroom: A Pedagogy for Learning and Teaching? *The Modern Language Journal*, 94(1), 103-115.
- Cummins, J. (1979). Cognitive/academic language proficiency, linguistic interdependence, the optimum age question and some other matters. *Working Papers on Bilingualism*, 19, 121-129.
- Cummins, J. (2000). *Language, Power and Pedagogy – Bilingual Children in the Cross-fire*. Clevedon: Multilingual Matters Ltd.
- Cummins, J. (2011). A dialogue between theory and practice: the education of Deaf and hard-of-hearing students. In: J. Cummins (Hrsg.). *Promoting Academic Achievement among Minority Group Students*. Keio: Keio University Press, 153-195.
- Dederich, M. (2001). *Menschen mit Behinderung zwischen Ausschluss und Anerkennung*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Debes, J.L. (1969). The loom of Visual Literacy – An Overview. *Audiovisual Instruction*, 14(8), 25-27.
- Decker-Ernst, Y. & Oomen-Welke, I. (2013). *Deutsch als Zweitsprache: Beiträge zur durchgängigen Sprachbildung*. Stuttgart: Fillibach bei Klett.
- Deiner, L.J., Newsome, D. & Samaroo, D. (2012). Directed Self-Inquiry: A Scaffold for Teaching Laboratory Report Writing. *Journal of Chemical Education*, 89, 1511-1514.
- de Jong, O. & Taber, K.S. (2014). The Many Faces of High School Chemistry. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education, Volume 2*. New York: Routledge, 457-480.
- Demuth, R. (2007). Das Stoff-Teilchen-Konzept: Entwicklung und Bedeutung von Teilchenvorstellungen in der Chemie und im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(100/101), 12-16.
- Deutscher Bildungsrat (1973). *Zur pädagogischen Förderung behinderter und von Behinderung bedrohter Kinder und Jugendlicher*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Deutscher Schwerhörigenbund e.V. (2011). *Statistische Angaben zur Hörschädigung in Deutschland von 2005 bis 2011*.

<http://www.schwerhoerigen-netz.de/RATGEBER/SCHWERHOERIGKEIT/STATISTIK/statistik2011.pdf>

(Download: 09.11.2014).

Dezernat für Bildung, Jugend und Sport, Integrierte Jugendhilfe- und Schulentwicklungsplanung (2012). *Inklusionsplan für Kölner Schulen*.

<http://ratsinformation.stadt-koeln.de/getfile.asp> (Download: 14.05.2014).

Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). *SELLMO – Skalen zur Erfassung der Lern- und Leistungsmotivation*. Göttingen, Berlin, Toronto, Seattle: Hogrefe.

Diller, G. & Graser, P. (2005). *CI-Rehabilitation prälingual gehörloser Kinder*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter.

Diller, G. & Martsch, A. (2012). *Migration und Hörschädigung: Ergebnisse und Perspektiven zur Sprachentwicklung türkischer Kinder mit CI*. Heidelberg: Median.

Ding, H. (1991). Spracherwerb bei Schwerhörigen. In: H. Jussen & W. H. Claußen (Hrsg.). *Chancen für Hörgeschädigte: Hilfen aus internationaler Perspektive*. München: Reinhardt, 215-220.

Dinkelaker, J. (2010). Simultane Sequentialität. Zur Verschränkung von Aktivitätssträngen in Lehr-Lernveranstaltungen und zu ihrer Analyse. In: M. Corsten, M. Krug & C. Moritz (Hrsg.). *Videografie praktizieren*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. 91-118.

Dinkelaker, J. & Herrle, M. (2009). *Erziehungswissenschaftliche Videographie: Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Drave, W., Rumpler, F. & Wachtel, P. (2000). *Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung: Allgemeine Grundlagen und Förderschwerpunkte (KMK)*. Würzburg: Edition Bentheim.

Dubs, R. (2002). Scientific Literacy: Eine Herausforderung für die Pädagogik. In: W. Gräber, P. Nentwig, Th.R. Koballa & R.H. Evans (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung*. Opladen: Leske + Budrich, 69-82.

Duit, R. (2003). Naturwissenschaftliches Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 14(74), 4-8.

Easterbrooks, S.R. & Baker, S. (2002). *Language instruction of students who are deaf and hard of hearing: Multiple pathways*. Boston: Allyn & Bacon.

- Easterbrooks, S.R. & Stephenson, B. (2006). An Examination of Twenty Literacy, Science, and Mathematics Practices Used to Educate Students Who Are Deaf or Hard of Hearing. *American Annals of the Deaf*, 151(4), 385-397.
- Ehmke, T. & Baumert, J. (2007). Soziale Herkunft und Kompetenzerwerb. Vergleiche zwischen PISA 2000, 2003 und 2006. In: M. Prenzel, C. Artelt, J. Baumert, W. Blum, M. Hammann, M., E. Klieme & R. Pekrun (Hrsg.). *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster: Waxmann, 309-335.
- Ehrhardt, C. & Heringer, H.J. (2011). *Pragmatik*. Stuttgart: UTB.
- Eid, M., Gollwitzer, M., Schmitt, M. (2010). *Statistik und Forschungsmethoden: Lehrbuch. Mit Online-Materialien*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Eilks, I. & Ralle, B. (2002). Partizipative fachdidaktische Aktionsforschung - ein Modell für eine praxisnahe curriculare Entwicklungsforschung in der Chemiedidaktik. *CHEMKON*, 9(1), 13-18.
- Eisner, W., Gietz, P., Justus, A., Laitenberger, K., Nickolay, H., Schierle, W., Schmidt, B., Sternberg, M. & Zippel, T. (2008). *Elemente Chemie 1A. Klasse 7. Nordrhein-Westfalen für G8*. Stuttgart: Klett.
- Elliott, J. (1978). What is action research in schools? *Journal of Curriculum Studies*, 10(4), 355-357.
- Emden, M., Hübinger, R. & Sumfleth, E. (2010). Erkenntnisgewinnung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht - Unterrichtsmaterialien zur Unterstützung der Kompetenzförderung. *MNU*, 63 (5), 279-286.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische, aktivierende, Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin: Logos.
- Esser, G. (2011). *Lehrbuch der Klinischen Psychologie und Psychotherapie bei Kindern und Jugendlichen*. Stuttgart: Thieme.
- Felder, F. (2015). Die Grenzen eines Rechts auf schulische Inklusion und die Bedeutung für den Gemeinsamen Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 62(1), 18-30.
- Fernholz, J. & Prediger, S. (2007). „...weil meistens nur ich weiß, was ich kann!“ Selbstdiagnose als Beitrag zum eigenverantwortlichen Lernen. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 49(15), 14-18.
- Feuser, G. (1989). Allgemeine integrative Pädagogik und entwicklungslogische Didaktik. *Behindertenpädagogik*, 28(1), 4-48.
- Feuser, G. (2010). Integration und Inklusion als Möglichkeitsräume. In: A.D. Stein, S.

- Krach & I. Niediek (Hrsg.). *Integration und Inklusion auf dem Weg ins Gemeinwesen. Möglichkeiten und Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 17-31.
- Fischler, H. & Reiners, Ch.S. (2006). Teilchenmodelle im Physik- und Chemieunterricht. In: H. Fischler & Ch.S. Reiners (Hrsg.). *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht*. Berlin: Logos-Verlag, 5-28.
- Flick, U. (2006). *Qualitative Evaluationsforschung: Konzepte – Methoden – Umsetzung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Flick, U. (2009). Triangulation in der qualitativen Forschung. In: U. Flick & I. Steinke (Hrsg.). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt, 309-318.
- Flick, U. (2011a). *Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Flick, U. (2011b). *Triangulation*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Floriano, M.A., Reiners, Ch.S., Markic, S. & Avitabile, G. (2009). The Uniqueness of Teaching and Learning Chemistry. In: I. Eilks & B. Beyers (Hrsg.). *Innovative Methods of Teaching and Learning Chemistry in Higher Education*. Cambridge: RSC Publishing, 23-41.
- Fricke, E. (2012). *Grammatik multimodal: Wie Wörter und Gesten zusammenwirken*. Berlin: De Gruyter.
- Friebertshäuser, B. & Langer, A. (2010). Interviewformen und Interviewpraxis. In: B. Friebertshäuser & A. Langer (Hrsg.). *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa-Verlag, 437-455.
- Fritsche, O. & Kestner, K. (2003). *Was Eltern hörgeschädigter Kinder wissen sollten*. Schauenburg: Verlag Karin Kestner.
- Garcia, O. & Wei, L. (2014). *Translanguaging: Language, Bilingualism and Education*. New York: Palgrave Macmillan.
- Gerlach, K. (2014). *Hörende Kinder gehörloser Eltern – Herausforderungen für die sozialpädagogische Familienhilfe unter Berücksichtigung der speziellen Kommunikationssituation*. Hamburg: Diplomica Verlag GmbH.
- Gerrig, R.J., Zimbardo, P.G. & Graf, R. (2008). *Psychologie*. München: Pearson Deutschland.
- Gläser, J. & Laudel, G. (2009). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse: als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Gibbons, P. (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning: Teaching second language learners in the mainstream classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann Publishing.
- Gibbons, P. (2009). *English Learners, Academic Literacy, and Thinking: Learning in the Challenge Zone*. Portsmouth, NH: Heinemann Publishing.
- Gietz, P., Jung, U., Knetsch, R., Peppmeister, R. & Schäpers, B. (2012). *PRISMA Chemie 7/8. Ausgabe Niedersachsen*. Stuttgart: Klett.
- Gilbert, J.K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J.K. (2013). *Constructing Worlds through Science Education: The Selected Works of John K. Gilbert*. Oxfordshire, New York: Routledge.
- Gotthardt, U. (2002). Behinderung. In: J. Fengler (Hrsg.). *Handbuch der Suchtbehandlung. Beratung, Therapie, Prävention*. Landsberg: ecomed Verlagsgesellschaft, 66-72.
- Gubesch, S. & Schüwer, M. (2005). Calvin and Hobbes. Comics als authentische Texte. *Der fremdsprachliche Unterricht Englisch*, 39(73), 18-24.
- Graf, E. (2001). Modelle im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 13(1/2), 4-9.
- Gräber, W., Nentwig, P. & Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy – von der Theorie zur Praxis. In: W. Gräber, P. Nentwig, Th.R. Koballa & R.H. Evans (Hrsg.). *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinbildung*. Opladen: Leske + Budrich, 135-145.
- Gräber, W. & Stork, H. (1984). Die Entwicklungspsychologie Jean Piagets als Mahnerin und Helferin des Lehrers im naturwissenschaftlichen Unterricht. *MNU*, 37, 193-201 und 257-269.
- Gresch, C. & Becker, M. (2010). Sozial- und leistungsbedingte Disparitäten im Übergangsverhalten bei türkischstämmigen Kindern und Kindern aus (Spät-)Aussiedlerfamilien. In: K. Maaz, J. Baumert, C. Gresch & N. McElvany (Hrsg.). *Der Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule - Leistungsgerechtigkeit und regionale, soziale und ethnisch-kulturelle Disparitäten*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Bildungsforschung, 181-200.
- Grießhaber, W. (2010). (Fach-)Sprache im zweitsprachlichen Fachunterricht. In: B. Ahrenholz (Hrsg.). *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Fracke Attempto Verlag GmbH + Co. KG, 37-54.
- Grohnfeldt, M. (2009). *Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie – Band 3 – Diagnostik, Prävention und Evaluation*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Grosch, M. & Gidion, G. (2011). *Mediennutzungsgewohnheiten im Wandel - Ergebnisse einer Befragung zur studiumsbezogenen Mediennutzung*
<http://www.ruhr-uni-bochum.de/elli/download/Mediennutzung%201.pdf>
(Download: 08.12.2014).
- Groß, K. & Reiners, Ch.S. (2012). Experimente alternativ dokumentieren – ein Beitrag zur Möglichkeit der Differenzierung und Diagnose im Chemieunterricht, *CHEMKON*, 19(1), 13-20.
- Groß, K. (2013). *Experimente alternativ dokumentieren: Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*, Berlin: Logos-Verlag.
- Große, K.D. (2001). *Systemisch-handlungsorientierte Pädagogik für Hörbehinderte: Theorie und Methodik der Förderung Hörbehinderter*. Berlin: Luchterhand.
- Große, K.D. (2003). *Das Bildungswesen für Hörbehinderte in der Bundesrepublik Deutschland. Daten und Fakten zu Realitäten und Erfordernissen*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter GmbH „Editions S“.
- Große, K.D. (2005). Kinder und Jugendliche aus Migrantenfamilien an Schulen für Hörbehinderte. In: P.A. Jann & T. Kaul (Hrsg.). *Kommunikation und Behinderung: Festschrift zum 80. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr. phil. Heribert Jussen*. Villingen-Schwenningen: Neckar, 71-86.
- Grube, C. (2011). *Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. Untersuchung der Struktur und Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I*. Kassel: Kassel University Press.
- Grüb-Niehaus, T. (2010). *Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht: der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*. Berlin: Logos-Verlag.
- Grüb-Niehaus, T. & Schanze, S. (2011). Eine kategoriegestützte Übersicht von Lernervorstellungen zum Löslichkeitsbegriff. *CHEMKON*, 18(1), 19-26.
- Halliday, M.A.K. & Martin, J.R. (1993). *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hammann, M., Phan, T.H. & Bayrhuber, H. (2007). Experimentieren als Problemlösen: Lässt sich das SDDS-Modell nutzen, um unterschiedliche Dimensionen beim Experimentieren zu messen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 10(8), 33-49.
- Hammer, H.O. (1995). Säure-Base-Vorstellungen. Geschichtliche Entwicklung eines Begriffspaars. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule*, 44 (1), 36–45.

- Harris, M. & Marschark, M. (2011). Literacy in the classroom and beyond. Introduction to a special section on Literacy. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 16(1), 1.
- Härtig, H., Bernholt, S., Prechtel, H. & Retelsdorf, J. (2015). Unterrichtssprache im Fachunterricht – Stand der Forschung und Forschungsperspektiven am Beispiel des Textverständnisses. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1.
- Hase, U. (2004). *Erwartungen an die Hörgeschädigtenpädagogik*.
<http://www.deutsche-gesellschaft.de/fokus/erwartungen-an-die-hoergeschaedigtenpaedagogik> (Letzter Zugriff: 08.01.2015).
- Hattie, J. (2013). *Visible learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analysis relating to Achievement*. London, New York: Routledge.
- Hauptmeier, L. (2006). *Ausgewählte chemiedidaktische und sonderpädagogische Aspekte des Unterrichts an Hörgeschädigtenschulen im Fokus einer Lehrer/innen-Befragung*. Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung. Universität Hamburg. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Helfferrich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Heimlich, U. (2012). Einleitung: Inklusion und Sonderpädagogik. In: U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.). *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle*. Stuttgart: Kohlhammer, 9-26.
- Heimlich, U. & Kahlert, J. (2012a). Vorwort. In: U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.). *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle*. Stuttgart: Kohlhammer, 7-8.
- Heimlich, U. & Kahlert, J. (2012b). 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*. Stuttgart: Kohlhammer, 153-190.
- Helmke, A. & van Aken, M. (1995). The causal ordering of academic achievement and selfconcept of ability during elementary school: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 87, 624-637.
- Heppt, B., Dragon, N., Berendes, K., Stanat, P. & Weinert, S. (2012). Beherrschung von Bildungssprache bei Kindern im Grundschulalter. *Diskurs Kindheits- und Jugendforschung*, 3, 349-356.
- Herbart, J.F. (1807). *Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet*. Göttingen: Röwer.

- Hermes, G. (2007). Behinderung und Normalität. In: H. Schnoor (Hrsg.). *Leben mit Behinderung: eine Einführung in die Rehabilitationspädagogik anhand von Fallbeispielen*. Stuttgart: Kohlhammer, 69-78.
- Herrle, M., Kade, J. & Nolda, S. (2010). Erziehungswissenschaftliche Videografie. In: B. Friebertshäuser & A. Langer (Hrsg.). *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa-Verlag, 599-619.
- Hesse, S. (2008). Wenn Schülern die Worte fehlen – Fachunterricht in Klassen mit Migrationshintergrund. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(106/107), 66-71.
- Hinz, M. (2012). *Inklusion in der Sekundarstufe II: sonderpädagogische Hilfen*. Hamburg: Verlag Handwerk und Technik GmbH.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. & Chinn, C.A. (2007). Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Hoffmann, H., Mauch, W. & Untze, W. (2002). *Zucker und Zuckerwaren*. Hamburg: Behr's Verlag.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), 791–806.
- Holleman, A.F., Wiberg, E. & Wiberg N. (2007). *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*. Berlin: De Gruyter.
- Hoppe, L. (2004). Kommunikative Situation hörgeschädigter Kinder nichtdeutscher Herkunftssprache. In: K.D. Große (Hrsg.). *Hörbehinderte Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher nationaler Herkunft: Eine internationale Herausforderung an die Hörbehindertenpädagogik*. Heidelberg: Universitätsverlag Winter GmbH „Editions S“, 77-91.
- Horsch, U. (2003). Pädagogische Interventionen bei Beeinträchtigungen der auditiven Wahrnehmung. In: A. Leonhardt & F.B. Wember (Hrsg.). *Grundfragen der Sonderpädagogik. Bildung, Erziehung, Behinderung*. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz, 324-348.
- Huber, C. (2012). Inklusive Schulpsychologie?! - Welchen Beitrag die deutsche Schulpsychologie zur schulischen Inklusion leisten könnte. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 59(3), 227-237.
- Huber, C. & Wilbert, J. (2012). Soziale Ausgrenzung von Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf und niedrigen Schulleistungen im gemeinsamen Unterricht. *Empirische Sonderpädagogik*, 1(2), 147–165.

- Huheey, J.E., Keiter, E.A. & Keiter, R.L. (1995). *Anorganische Chemie – Prinzipien von Struktur und Reaktivität*. Berlin: De Gruyter.
- Inclusion Europe (2009). *Informationen für alle Europäische Regeln, wie man Informationen leicht lesbar und leicht verständlich macht*.
http://www.inclusion-europe.org/images/stories/documents/Project_Pathways1/DE-Information_for_all.pdf (Download: 02.12.2013).
- Jander, G. & Spandau, H. (1982). *Kurzes Lehrbuch der anorganischen Chemie*. Berlin: Springer-Verlag.
- Johnstone, A.H. (2000). Teaching of Chemistry – Logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Johnstone, A.H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63.
- Johnstone, A.H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.
- Johnstone, A.H. & Selepeng, D. (2001). A Language Problem Revisited. *Chemistry Education: Research and practice*, 2(1), 19-29.
- Jussen, H. (1991). Spracherwerb bei Gehörlosen. In: H. Jussen & W.H. Claußen (Hrsg.). *Chancen für Hörgeschädigte: Hilfen aus internationaler Perspektive*. München: Reinhardt, 205-214.
- Kastl, J.M. (2010). *Einführung in die Soziologie der Behinderung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kaufhold, M. (2006). *Kompetenz und Kompetenzerfassung. Analyse und Beurteilung von Verfahren der Kompetenzmessung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kaul, T. (2003). *Kommunikation schwerhöriger Erwachsener*. Hamburg: Kovaéc.
- Kaul, T. & Becker, C. (1999). Gebärdensprache in Erziehung und Unterricht – konzeptlose Praxis oder praxisbezogenes Konzept? In: T. Kaul & C. Becker (Hrsg.). *Gebärdensprache in Erziehung und Unterricht*. Hamburg: Verlag hörgeschädigte Kinder gGmbH, 8-20.
- Keenan, R. & Di Fuccia, D. (2011). Peer assessment und peer diagnosing. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 22(124/125), 32-35.
- Kelly, G.J. (2007). Discourse in science classroom. In: S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwa, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 443-469.

- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988). *The action research planner*. Geelong: Deakin University Press.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (2007). Participatory action research: communicative action and the public sphere. In: N.K. Denzin & Y.S. Lincoln (Hrsg.). *Strategies of Qualitative Inquiry*. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications, 271-330.
- Kessels, U., Erbring, S. & Heiermann, L. (2014). Implizite Einstellungen von Lehramtsstudierenden zur Inklusion. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 61, 189-202.
- Kestner, K. (2009). *Das große Wörterbuch der Deutschen Gebärdensprache* (Software).
- Keys, C.W. (2000). Investigating the thinking process of eight grade writers during the composition of a scientific laboratory report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 676-690.
- Kiedrowski, E. (2005). *Schreibkompetenz hochgradig hörgeschädigter Zweitklässler: eine empirische Untersuchung im Rahmen des Berliner Bilingualen Schulversuchs*. Aachen: Shaker.
- Kiel, E. (2008). Strukturierung. In: E. Kiel (Hrsg.). *Unterricht sehen, analysieren und gestalten*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 21-35.
- Kiel, E., Weiß, S. & Braune, A. (2012). Sonderpädagogische Professionalität und Inklusion: Welchen Beitrag leistet das Studium der Sonderpädagogik. In: U. Heimlich & J. Kahlert (Hrsg.). *Inklusion in Schule und Unterricht. Wege zur Bildung für alle*. Stuttgart: Kohlhammer. 191-199.
- Kircher, E. (2010). Modellbegriff und Modellbildung in der Physikdidaktik. In: E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.). *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin: Springer-Verlag, 735-762.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Klafki, W. (1962). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: H. Roth & A. Blumenthal (Hrsg.). *Auswahl Reihe A, Heft 1 - Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift "Die Deutsche Schule": Didaktische Analyse*. Hannover: Schroedel, 5-34.
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery*. Massachusetts: Institute of Technology Processes.
- Klauer, K.J. & Leutner, D. (2007). *Lehren und Lernen: Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim: Beltz-PVU.

- Klauß, T. (2011). Vom Recht auf eine inklusive Schule für Alle. Didaktische Herausforderungen. In: B. Lütje-Klose, M.T. Langer, B. Serke & M. Urban (Hrsg.). *Inklusion in Bildungsinstitutionen. Eine Herausforderung an die Heil- und Sonderpädagogik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 67-73.
- Klieme, E. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Expertise*. Bonn: BMBF.
- Klieme, E., Artelt, C., Hartig, J., Jude, N., Köller, O., Prenzel, M., Schneider, W. & Stanat, P. (2010). *PISA 2009: Bilanz nach einem Jahrzehnt*. Münster: Waxmann.
- Kniffka, G. & Siebert-Ott, G. (2009). *Deutsch als Zweitsprache: Lehren und Lernen*. Paderborn: Schönigh.
- Knors, H. & Marschark, M. (2012). Sprache Kognition und Lernen – Herausforderungen an die Inklusion gehörloser und schwerhöriger Kinder. In: M. Hintermair (Hrsg.). *Inklusion und Hörschädigung – Diskurse über das Dazugehören und Ausgeschlossen sein im Kontext besonderer Wahrnehmungsbedingungen*. Heidelberg: Median, 129-176.
- Knors, H. & Marschark, M. (2014). *Teaching Deaf Learners: Psychological and Developmental Foundations*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Konsortium Bildungsberichterstattung (2006). *Bildung in Deutschland: Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Kottmann, B. (2011). Der Studiengang „Integrierte Sonderpädagogik“ an der Universität Bielefeld. In: B. Lütje-Klose, M.T. Langer, B. Serke & M. Urban (Hrsg.). *Inklusion in Bildungsinstitutionen. Eine Herausforderung an die Heil- und Sonderpädagogik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 164-170.
- Kowal, S. & O'Connell, D. (2009). Zur Transkription von Gesprächen. In: U. Flick & I. Steinke (Hrsg.). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 437-447.
- Krämer, S. (2009). Scaffolding – ein Baugerüst für die Fachsprache Förderung des Sprachverständnisses von lernschwächeren Schülern. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 20(111/112), 34-45.
- Kraus, M.E. & Stehlik, S. (2008). Protokoll schreiben- Anregung zur Auseinandersetzung mit einer problematischen Textsorte. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19(104), 17-21.
- Krauß, R. & Woest, V. (2013). Untersuchung generativer Prozesse beim naturwissenschaftlichen Lernen von SchülerInnen mit Förderschwerpunkt geistige Entwicklung.

- In: S. Bernholt (Hrsg.). *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Hannover 2012*. Münster: LIT-Verlag, 101-103.
- Kremer, M. (2012). Grundbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern – Basiskompetenzen. *MNU Themenreihe Bildungsstandards*. Neuss: Seeberger.
- Krumm, B., Zimmerer, E. & Kremer, M. (2008). Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht. *Broschüre der Fachgruppe Chemieunterricht der Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh*.
<https://www.gdch.de/netzwerkstrukturen/fachstrukturen/chemieunterricht/publikationen.html> (Download: 26.02.2015).
- Krummheuer, G. & Naujok, N. (1999). *Grundlagen und Beispiel Interpretativer Unterrichtsforschung*. Leverkusen, Opladen: Leske + Budrich Verlag.
- Kuckartz, U. (2006). Quick and dirty? Qualitative Methoden der drittmittelfinanzierten Evaluation in der Umweltforschung. In: U. Flick (Hrsg.). *Qualitative Evaluationsforschung*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 267-283.
- Kuckartz, U. (2010). *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 1, 11-36.
- Lamnek, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim, Basel: Beltz.
- 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.
- Lang, H. & Albertini, J. (2001). Construction of meaning in the authentic science writing of deaf students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 6(4), 258-284.
- Lange, I. & Gogolin, I. (2010). *Durchgängige Sprachbildung: eine Handreichung*. Münster: Waxmann.
- Langermann, K. (2006). *Akzeptanz naturwissenschaftlicher Phänomene bei geistig behinderten Vorschulkindern – Untersuchungen zur affektiven und kognitiven Rezeption naturwissenschaftlicher Experimente*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Lauth, G.W., Grünke, M. & Brunstein, J.C. (2014). *Interventionen bei Lernstörungen: Förderung, Training und Therapie in der Praxis*. Göttingen: Hogrefe.

- Leech, A.D. (2014). "What Does This Graph Mean?" *Formative Assessment With Science Inquiry to Improve Data Analysis*. Dissertations and Theses. Paper 1537.
http://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2536&context=open_access_etds (Download: 13.03.2015).
- Leisen, J. (2003). Neue Aufgaben: zum Erarbeiten, Experimentieren, Irrwege gehen – Weg vom kleinschrittigen Frage-Antwort-Spiel. *Lehrerhandbuch*. Juli, 5, 1- 18.
- Leisen, J. (2004). Der Wechsel der Darstellungsformen als wichtige Strategie beim Lehren und Lernen im DFU. *Fremdsprache Deutsch*, 30, 15-21.
- Leisen, J. (2005a). Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? Sprache und Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 16(87), 4-9.
- Leisen, J. (2005b). Wechsel der Darstellungsformen: Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. *Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch*, 39(78), 9-11.
- Leisen, J. & Berge, E.O. (2005). Kurzer Rede langer Sinn. Das Verhältnis von Verstehen und Fachsprache. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 16(87), 26-27.
- Leisen, J. (2010). *Handbuch Sprachförderung im Fach: Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis*. Bonn: Varus.
- Leisen, J. (2011). Sprachsensibler Fachunterricht. Ein Ansatz zur Sprachförderung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: S. Prediger & E. Özdil (Hrsg). *Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit*. Münster: Waxmann, 143-162.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking Science. Language, Learning, and Values*. Ablex Publishing Corporation: Westport, CT.
- Leonhardt, A. (1986). *Möglichkeiten der rehabilitationspädagogischen Gestaltung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Schwerhörigenschule*. Berlin: Humboldt Universität.
- Leonhardt, A. (1996). *Schulische Integration Hörgeschädigter*. Neuwied, Kriftel, Berlin: Luchterhand.
- Leonhardt, A. (2000). Gemeinsames Lernen von hörenden und hörgeschädigten Kindern – historische Aspekte und aktuelle Sichtweisen. In: A. Leonhardt (Hrsg.). *Gemeinsames Lernen von hörenden und hörgeschädigten Schülern. Ziele – Wege – Möglichkeiten*. Hamburg: Verlag hörgeschädigte Kinder gGmbH, 11-24.
- Leonhardt, A. (2003). Symptomatik, Ätiologie und Diagnostik bei Beeinträchtigungen der

- auditiven Wahrnehmung. In: A. Leonhardt & F.B. Wember (Hrsg.). *Grundfragen der Sonderpädagogik. Bildung, Erziehung, Behinderung*. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz, 304-323.
- Leonhardt, A. (2005). Soviel Integration wie möglich, so viele Sondereinrichtungen wie nötig. In: P.A. Jann & T. Kaul (Hrsg.). *Kommunikation und Behinderung: Festschrift zum 80. Geburtstag von Univ.-Prof. Dr. phil. Heribert Jussen*. Villingen-Schwenningen: Neckar, 163-171.
- Leonhardt, A. (2009). Von der Verallgemeinerungsbewegung zur Gegenwart schulischer Integration. In: A. Leonhardt (Hrsg.). *Hörgeschädigte Schüler in der allgemeinen Schule: Theorie und Praxis der Integration*. Stuttgart: Kohlhammer, 9-23.
- Leonhardt, A. (2010). *Einführung in die Hörgeschädigtenpädagogik*. Stuttgart: UTB.
- Leonhardt, A. & Zaiß, U. (2002). *Hörgerichtet fördern. Auditiv-verbale Therapie für hörgeschädigte Kinder*. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz.
- Leuninger, H. & Happ, D. (2005). *Gebärdensprachen : Struktur, Erwerb, Verwendung*. Hamburg: Buske-Verlag.
- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issue*, 2(4), 34-46.
- Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Lindner, B. (2009). „Soviel Integration wie möglich – so viele Sondereinrichtungen wie nötig.“ Warum wechseln hörgeschädigte Schüler von der allgemeinen Schule an das Förderzentrum, Förderschwerpunkt Hören? In: A. Leonhardt (Hrsg.). *Hörgeschädigte Schüler in der allgemeinen Schule. Theorie und Praxis der Integration*. Stuttgart: Kohlhammer: Stuttgart, 180-217.
- Lipowsky, F. (2002). Zur Qualität offener Lernsituationen im Spiegel empirischer Forschung - Auf die Mikroebene kommt es an. In: U. Drews & W. Wallrabenstein (Hrsg.). *Freiarbeit in der Grundschule*. Frankfurt: Arbeitskreis Grundschule, 126–159.
- Lowe, R. (2000). Visual Literacy in Science and Technology Education. *Connect - The International Science, Technology and Environmental Education Newsletter*, XXV(2), 1-3.
- Lück, G. (2009). Naturwissenschaftliche Bildung und Sprachförderung. In: Ministerium für Generationen, Familie, Frauen und Integration (Hrsg.). *Kinder bilden Sprache – Sprache bildet Kinder: Sprachentwicklung und Sprachförderung in Kindertagesstätten*. Münster: Waxmann, 91-104.

- Lüders, C. (2009). Beobachten im Feld und Ethnographie. In: U. Flick & I. Steinke (Hrsg.). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag. 384-401.
- Madsen, J. (2013). Collaboration and learning with drawing as a tool. *Teaching and Teacher Education*, 34, 154-161.
- Maier, H. & Steinbring, H. (1998). Begriffsbildung im alltäglichen Mathematikunterricht – Darstellung und Vergleich zweier Theorieansätze zur Analyse von Verstehensprozessen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 4, 292-329.
- Markic, S. (2012). Lesson Plans for Student Language Heterogeneity while Learning Science. In: I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (Hrsg.). *Heterogeneity and Cultural Diversity in Science Education and Science Education Research – A collection of invited papers inspired by the 21th Symposium on Chemical and Science Education held at the University of Dortmund, May 17-19, 2012*. Aachen: Shaker, 41-52.
- Marohn, A. (2008). Schülervorstellungen zum Lösen und Sieden – Auf der Suche nach „elementaren“ Vorstellungen. *MNU*, 61(8), 451-457.
- Marsch, H.W. (1990). Influences of internal and external frames of reference on the formation of math and English self concepts. *Journal of Educational Psychology*, 82, 107-116.
- Marschark, M. & Hauser, P. (2008). *Deaf cognition: Foundations and Outcomes*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Marschark, M. & Humphries, T. (2010). Deaf Studies by Any Other Name? *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 15(1), 1-2.
- Marschark, M., Lang, H. & Albertini, J. (2002). *Educating Deaf Students: From Research to Practice*. New York, Oxford: Oxford University Press.
- Marschark, M. & Spencer, P.E. (2011). *Oxford Handbook of Deaf Studies, Language, and Education, Volume 1*. New York: Oxford University Press.
- Mastropieri, M.A. & Scruggs, T.E. (2010). The study of human exceptionality: How it informs our knowledge of learning and cognition. In: M.A Mastropieri & T.E Scruggs (Hrsg.). *Literacy and Learning*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 303-316.
- Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Mayring, P. (2008). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz.

- Mayring, P. & Brunner, E. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse, In: B. Friebertshäuser & A. Langer (Hrsg.). *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa-Verlag, 323-334.
- McGinnis, J.R. (2013). Teaching Science to Learners With Special Needs. *Theory Into Practice*, 52(1), 43-50.
- McGinnis, J.R. & Kahn, S. (2014). Special Needs and Talents in Science Learning. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education, Volume II*. New York: Routledge, 223-245.
- 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.
- McLeskey, J. & Waldron, N.L. (2011). *Full Inclusion Programs for Elementary Students with Learning Disabilities: Can They Meet Student Needs in an Era of High Stakes Accountability?*
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED529797.pdf> (Download: 27.01.2014).
- Meijer, C.J.W. (2010). Special Needs Education in Europe: Inclusive Policies and Practices. *Zeitschrift für Inklusion*, 2.
- Meloefski, R. (2007). Vom Alltagsbegriff zum Fachbegriff - Über die Notwendigkeit, im (Chemie-)Unterricht Vorstellungen zu entwickeln. *MNU*, 60(4), 223-229.
- Merzyn, G. (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht*. Kiel: IPN.
- Merzyn, G. (1998a). Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht (Teil 1). *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 36(6), 203-206.
- Merzyn, G. (1998b). Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht (Teil 2). *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 36(7/8), 284-287.
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen*. Esslingen: Hohengehren.
- Michalak, M. (2013). Das Lehrportfolio als Instrument professioneller Entwicklung im DaZ-Bereich. In: U. Bredel, I. Ezhova-Heer & S. Schlickau (Hrsg.). *Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. 39. Jahrestagung des Fachverbandes Deutsch als Fremdsprache an der Universität Hildesheim 2012. Materialien Deutsch als Fremdsprache. Band 89*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, 301-324.

- Miles-Paul, O. (2008). Grußwort. In: Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Familie und Frauen Rheinland-Pfalz – Referat Reden und Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.). *Leichte Sprache*.
<http://lb.rlp.de/fileadmin/landesbehindertenbeauftragter/LeitfadenLeichteSprache.pdf>
(Download: 12.04.2015).
- Mikelski-Seifert, S. (2002). *Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*. Berlin: Logos-Verlag.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (2008). *Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Chemie*.
http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/gymnasium_g8/gym8_chemie.pdf (Download: 08.02.2015).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (2011). *Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen – Naturwissenschaften: Biologie, Chemie, Physik*.
http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_SI/GE/NW/GE_NW_Bio_Che_Phy_Endfassung.pdf (Download: 08.02.2015).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (2013). *Auf dem Weg zur inklusiven Schule in NRW*.
http://www.hauptschule-kamen.de/fileadmin/schule/hauptschule/PDF/Inklusive_Schule.pdf
(Download: 06.06.2013).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (2014a). *Auf dem Weg zur inklusiven Schule in NRW*.
<http://www.schulministerium.nrw.de/docs/Schulsystem/Inklusion/Praesentation-Auf-dem-Weg-zur-inkluisiven-Schule-in-NRW-April-2014.pdf> (Download: 08.08.2014).
- Ministerium für Schule und Weiterbildung (2014b). *Kernlehrpläne für die Sekundarstufe I*.
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-i/>
(Letzter Zugriff: 28.09.2014).
- Moll, M. (2003). Protokollieren heißt auch Schreiben lernen. *Der Deutschunterricht*, 55(3), 71-80.
- Moore, D.M. & Dwyer, F.M. (1994). *Visual Literacy: A Spectrum of Visual Learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.

- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2011). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mortimer, C.E. & Müller, U. (2007). *Chemie - Das Basiswissen der Chemie*. Stuttgart: Thieme.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Darmstadt: Cornelsen.
- Muckenfuß, H. (2010). Experimentieren und Versuche machen - Erkenntnistheoretische Aspekte der Sachbegegnung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: F. Hellmich, H. Köster & V. Nordmeier (Hrsg.). *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, 19-48.
- Mußmann, J. (2013). *Inklusive Sprachförderung in der Grundschule*. München, Basel: Reinhardt.
- Münch, J. (2010). Lehrerbildung neu denken - jetzt! Zu den Folgerungen für Schule und Lehrerbildung aus der "UN-Convention on the Rights of Persons with Disabilities". In: A. Köker, S. Romahn & A. Textor (Hrsg.). *Herausforderung Heterogenität: Ansätze und Weichenstellungen*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 5-9.
- Nakhleh, M.B., Samarapungavan, A. & Saglam, Y. (1999). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research and Science Teaching*, 42(5), 581-612.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Neuhaus, B. (2007). Unterrichtsqualität als Forschungsfeld für empirische biologiedidaktische Studien. In: D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 243-254.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Niethammer, V.S. (2014). Ästhetische Eroberung des Himmels im Klassenzimmer? RWU-Unterrichtsfilm "Fallschirmjäger" (1939) eine Filmanalyse unter Anwendung der Feldpartitur. In: C. Moritz (Hrsg.). *Transkription von Video- und Filmdaten in der Qualitativen Sozialforschung: Multidisziplinäre Annäherungen an einen komplexen Datentypus*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 125-155.
- Norman, K., Caseau, D. & Stefanich, G.P. (1998). Teaching students with disabilities in inclusive science classrooms: Survey results. *Science Education*, 82(2), 127-146.

- Nußbeck, S. (2007). *Sprache - Entwicklung, Störungen und Intervention*. Stuttgart: Kohlhammer.
- OECD (2006a). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2006b). *Wo haben Schüler mit Migrationshintergrund die größten Erfolgschancen: Eine vergleichende Analyse von Leistung und Engagement in PISA 2003*. <http://www.oecd.org/dataoecd/2/57/36665235.pdf> (Download: 02.02.2015)
- Ohlhaber, F. & Wernet, A. (1999). *Schulforschung, Fallanalyse, Lehrerbildung: Diskussion am Fall*. Opladen: Leske + Budrich.
- Özcan, N. (2013). *Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Chemieunterricht – Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*. Berlin: Logos-Verlag.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations – A Dual Coding Approach*. Oxford, New York, Toronto: Oxford University Press.
- Papaspyrou, C. & Dorn, R. (2008). *Grammatik der deutschen Gebärdensprache aus der Sicht gehörloser Fachleute*. Seedorf: Signum.
- Paradies, L. & Linser, H.J. (2001). *Differenzieren im Unterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Parchmann, I. & Prenzel, M. (2003). Kompetenz entwickeln: Vom naturwissenschaftlichen Arbeiten zum naturwissenschaftlichen Denken. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 14(76/77), 15-19.
- Parchmann, I. & Venke, S. (2008). Eindeutig – Zweideutig?! Chemische Fachsprache im Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht*, 19(106/107), 10-15.
- Paul, P.V. (1991). Hörschädigung und schulische Leistung. In: H. Jussen & W.H. Claußen (Hrsg.). *Chancen für Hörgeschädigte: Hilfen aus internationaler Perspektive*. München: Reinhardt, 125-130.
- Peper, M., Schmidt, S., Wilms, M., Oetken, M. & Parchmann, I. (2007). Modellvorstellungen entwickeln und anwenden - Einsatz von Medien, Alltagsphänomen und Experimenten. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(100/101), 23-27.
- Pfeifer, P (2003). Was heißt „naturwissenschaftliches Arbeiten“? *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 14(76/77), 7-11.
- Pfeifer, P., Bader, H.J., Bauer, H., Demuth, R., Jansen, W. & Lutz, B. (2002). *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. München: Oldenbourg.

- Pfeifer, P., Schaffer, S. & Sommer, K. (2011). Schülerexperimente im Unterricht – Auswahlkriterien und Beispiele. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 23(126), 2-10.
- Pfundt, H. (1981). Fachsprache und Vorstellung der Schüler – dargestellt an Beispielen aus dem IPN-Lehrgang „Stoffe und Stoffbindungen“. In: R. Duit, W. Jung & H. Pfundt (Hrsg.). *Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht*. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Pfundt, H. (1982). Untersuchungen zu den Vorstellungen, die Schüler vom Aufbau der Stoffe entwickeln. *Der Physikunterricht*, 16(1), 51-65.
- Pinker, S. (1999). *Words and rules: The ingredients of language*. London: Routledge.
- Pitton, A. & Sumfleth, E. (1998). Sprachliche Kommunikation im Chemieunterricht. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), 4-20.
- Plath, P. (1992). *Das Hörorgan und seine Funktion*. Berlin: Edition Marhold.
- Plummer, D.L. (2002). *Handbook of Diversity Management: Beyond Awareness to Competency Based Learning*. Lanham: University Press of America.
- Poppendieker, R. (1992). *Freies Schreiben und Gebärden: Voraussetzungen und Bedingungen des Erwerbs von Schreibkompetenz durch gehörlose Kinder*. Hamburg: Signum.
- Poppendieker, R. (1993). *Wasser. Unterrichtseinheit: Sachkunde – Natur unter besonderer Berücksichtigung von Mehrfachbehinderungen*. Seedorf: Signum.
- Prain, V. (2006). Learning from Writing in Secondary Science: Some theoretical and practical implications. *International Journal of Science Education*, 28(2/3), 179-201.
- Prechtel, M. (2005). „Doing Gender“ im Chemieunterricht: zum Problem der Konstruktion von Geschlechterdifferenz - Analyse, Reflexion und mögliche Konsequenzen für die Lehre von Chemie. <http://kups.ub.uni-koeln.de/1825/> (Download: 02.02.2010).
- Prechtel, M. (2007). „Chemie-Foto-Story“ – Ein Methodenwerkzeug auf dem Weg. *Chimica didacticae*, 33(100), 109-127.
- Prechtel, M. (2008). Protokolle als sequenzielle Kunst. Schülerinnen und Schüler erstellen gezeichnete „Foto-Stories“. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 19(107), 42-44.
- Prechtel, M. (2011). Protokolle als Chemie-Foto-Story - Diagnostizieren anhand selbst gezeichneter Bildergeschichten. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 22(124-125), 48-51.

- Prediger, S. & Wessels, L. (2012). Darstellungen vernetzen – Ansatz zur integrierten Entwicklung von Konzepten und Sprachmitteln. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 54(45), 29-34.
- Prillwitz, S. (1982). *Zum Zusammenhang von Kognition, Kommunikation und Sprache mit Bezug auf die Gehörlosenproblematik: ein Forschungsprojekt mit Sekundäranalysen und empirischen Untersuchungen zur Gehörlosenproblematik*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Prillwitz, S. & Leven, R. (1985). *Skizzen zu einer Grammatik der Deutschen Gebärdensprache*. Hamburg: Forschungsstelle Deutsche Gebärdensprache.
- Probst, R., Grevers, G. & Iro, H. (2008). *Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*. Stuttgart: Thieme.
- Raczkowsky, B. (2006). Anregungen zum Umgang mit diskontinuierlichen Texten. In: G. Gaiser & S. Münchenbach (Hrsg.). *Leselust dank Lesekompetenz. Leseerziehung als fächerübergreifende Aufgabe*. Donauwörth: Auer Verlag, 189-206.
- Rasche, J. (2009). *Alltagsoffene Medienpädagogik in der Schule: Untersuchung zu regionalen Bedingungen und praktischer Realisierung*. Kassel: Kassel University Press.
- Reber, K. & Schönauer-Schneider, W. (2014). *Bausteine eines sprachheilpädagogischen Unterrichts*. München, Basel: Reinhardt.
- Reich, K. (2012). *Inklusion und Bildungsgerechtigkeit. Standards und Regeln zur Umsetzung einer inklusiven Schule*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Reich, K. (2014). *Inklusive Didaktik. Bausteine für eine inklusive Schule*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Reich, H.H. & Krumm, H.J. (2013). *Sprachbildung und Mehrsprachigkeit. Ein Curriculum zur Wahrnehmung und Bewältigung sprachlicher Vielfalt im Unterricht*. Münster: Waxmann.
- Reiff, R. (2006). Selbst- und Partnerdiagnose im Mathematikunterricht. *Friedrich Jahresheft XXIV*, 68-72.
- Reiners, Ch.S. (2000). Chemiedidaktik – Quo vadis? *CHEMKON*, 7(2), 91-92.
- Richardson, J.T.E., Marschark, M., Sarchet, T. & Sapere, P. (2010). Deaf and Hard-of-Hearing Students' Experiences in Mainstream and Separate Postsecondary Education. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 15(4), 358-382.
- Riedel, E. (1999). *Anorganische Chemie*. Berlin: De Gruyter.
- Rincke, K. (2006). Alltagssprache versus Fachsprache – eine Bühne für die fachliche Auseinandersetzung mit dem Kraftbegriff? In: A. Pitton (Hrsg.). *Lehren und Lernen mit neuen Medien: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Berlin 2005*. Münster: LIT-Verlag, 66-68.

- Rincke, K. (2010). Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 235-260.
- Roald, I. (2002). Norwegian deaf teachers' reflections on their science education: Implications for instruction. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7(1), 57-73.
- Roberts, D.A. & Bybee, R.W. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy, and Science Education. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education, Volume II*. New York: Routledge, 545-558.
- Roth, H. (1963). *Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens*. Hannover: Schroedel.
- Rösch, H. (2011). *Deutsch als Zweit- und Fremdsprache*. Berlin: Akademie Verlag.
- Saalfrank, W.T. (2008). Differenzierung. In: E. Kiel (Hrsg.). *Unterricht sehen, analysieren und gestalten*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 65-95.
- Saborowski, J. (2000). *Computervisualisierung und Modelldenken*. Köln: Saborowski.
- Saborowski, J., Reiners, Ch.S. & Fischer, M. (2005). Sportgetränke. Kooperatives Lernen im Experiment orientierten Gruppenpuzzle. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 16(88/89), 71-74.
- Sawalies, J., Veber, M., Rott, D. & Fischer, C. (2014). Inklusionspädagogik in der ersten Phase der Lehrerbildung. Eine explorative Studie zu Stand und Unterschieden universitärer Lehrangebote für die Regelschullehrämter. *Schulpädagogik heute*, 4(8), 1-17.
- Schäfer, I. (2005). *Untersuchungen zum Erwerb der Textproduktionskompetenz bei hörgeschädigten Schülern*. Seedorf: Signum.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2007). Standards and competence models: The German situation. In: D.J. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Hrsg.). *Making it comparable. Standards in science education*. Münster: Waxmann, 147-164.
- Scheuer, R., Kleffken, B. & Ahlborn-Gockel, S. (2010). Experimentieren als neuer Weg zur Sprachförderung - Verknüpfung naturwissenschaftlicher und sprachlicher Bildung. In: D. Höttecke (Hrsg.). *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Dresden 2005*. Berlin: LIT-Verlag, 248-250.
- Schlenker-Schulte, C. (2004). Prüfungsmodifikation durch Textoptimierung. In: C. Schlenker-Schulte (Hrsg.). *Barrierefreie Information und Kommunikation: Hören – Sehen – Verstehen in Arbeit und Alltag*. Villingen-Schwenningen: Neckar, 196-200.

- Schlenker-Schulte, C. & Wagner, S. (2006). Textoptimierte Prüfungsaufgaben - ein Weg zu Chancengleichheit bei schriftlichen Prüfungen. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis – BWP*, 35(1), 43-46.
- Schmidkunz, H. (2008). Von der Wortgleichung zur Symbolgleichung – Ein möglicher Weg zur Einführung der chemischen Zeichensprache und einfacher chemischer Reaktionsgleichungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(106/107), 52-56.
- 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>
(Download: 31.01.2015).
- 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*. Münster, New York: Waxmann, 25-40.
- Schneider, H., Becker-Mrotzek, M., Sturm, A., Jambor-Fahlen, S., Neugebauer, U., E fing, C. & Kernen, N. (2013). *Expertise: Wirksamkeit von Sprachförderung*. Bildungsdirektion des Kantons Zürich/Mercator Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache.
http://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/fileadmin/user_upload/Expertise_Sprachfoerderung_Web_final_03.pdf (Download: 26.03.2015).
- Schnell, R., Hill, P.B. & Esser, E. (2008). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schnotz, W. & Dutke, S. (2004). Kognitionspsychologische Grundlagen der Lesekompetenz. In: U. Schiefle, C. Artelt, W. Schneider & P. Stanat (Hrsg.). *Struktur, Entwicklung und Förderung der Lesekompetenz. Vertiefende Analyse im Rahmen von PISA 2000*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 61-99.
- Schründer-Lenzen, A. (2010). Triangulation - ein Konzept zur Qualitätssicherung von Forschung. In: B. Friebertshäuser, A. Langer (Hrsg.). *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa-Verlag, 149-158.
- Schuppener, S. (2014). Inklusive Schule: Anforderungen an Lehrer_innenbildung und Professionalisierung. *Zeitschrift für Inklusion*, 2.
- Schüwer, M. (2005). Teaching Comics. Die unentdeckten Potenziale der grafischen Literatur. *Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch*, 39(73), 2-8.

- Seager, S.L. & Stoker, H.S. (1973). *Chemistry: A science for today*. Glenview: Scott, Foresman Company.
- Seidel, T., Meyer, L. & Dalehefte, M. (2005). "Das ist mir in der Stunde gar nicht aufgefallen..." - Szenarien zur Analyse von Unterrichtsaufzeichnungen. In: M. Welzel (Hrsg.) *Nimm doch mal die Kamera!* Münster: Waxmann, 133-154.
- Seitz, S. & Scheidt, K. (2011). Professionalisierung von Lehrkräften für inklusiven Unterricht. In: B. Lütje-Klose, M.T. Langer, B. Serke & M. Urban (Hrsg.). *Inklusion in Bildungsinstitutionen. Eine Herausforderung an die Heil- und Sonderpädagogik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 157-163.
- Selting, M., Auer, P., Barth-Weingarten, D., Bergmann, J., Bergmann, P., Birkner, K., Couper-Kuhlen, E., Deppermann, A., Gilles, P., Günthner, S., Hartung, M., Kern, F., Mertzluft, C., Meyer, C., Morek, M., Oberzaucher, F., Peters, J., Quasthoff, U., Schütte, W., Stukenbrock, A. & Uhmann, S. (2009). Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem 2 (GAT 2) Gesprächsforschung. *Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion*, 10, 353-402.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (1994). *Empfehlungen zur sonderpädagogischen Förderung in den Schulen in der Bundesrepublik Deutschland*.
http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1994/1994_05_06-Empfehlung-sonderpaed-Foerderung.pdf (Download: 12.05.2012).
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (1996). *Empfehlungen zum Förderschwerpunkt Hören - Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 10.05.1996*.
http://www.km.bayern.de/download/2941_kmk_hoeren.pdf (Download: 21.04.2013).
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. Neuwied, München: Luchterhand.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2011). *Inklusive Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 20.10.2011*.
http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_10_20-Inklusive-Bildung.pdf (Download: 11.02.2015).
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.

- Shaver, D.M., Marschark, M., Newman, L. & Marder, C. (2013). Who Is Where? Characteristics of Deaf and Hard-of-Hearing Students in Regular and Special Schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 19(2), 203-219.
- Siebert-Ott, G. (2006). Mehrsprachigkeit und Bildungserfolg. In: G. Auernheimer (Hrsg.). *Schieflagen im Bildungssystem – Die Benachteiligung der Migrantenkinder*. Berlin: Springer-Verlag, 145-159.
- Speck, O. (2008). *System Heilpädagogik. Eine ökologisch reflexive Grundlegung*. München, Basel: Reinhardt.
- Speck, O. (2011). *Schulische Inklusion aus heilpädagogischer Sicht. Rhetorik und Realität*. München, Basel: Reinhardt.
- Spencer, P.E. & Marschark, M., (2010). *Evidence-based practice in educating deaf and hard-of-hearing students*. New York: Oxford University Press.
- Spradley, J.P. (1980). *Participant Observation*. New York: Rinehart & Winston.
- Stachowiak, H. (1983). Erkenntnisstufen zum Systematischen Neopragmatismus und zur Allgemeinen Modelltheorie. In: H. Stachowiak (Hrsg.). *Modelle – Konstruktion der Wirklichkeit*. München: Wilhelm Fink Verlag. 87-146.
- Stäudel, L. (2003). Naturwissenschaftliches Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 14(76/77), 4-6.
- Stäudel, L. (2008). Mit Informationen umgehen. Übersetzungen zwischen verschiedenen Darstellungsformen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(106/107), 40-51.
- Stäudel, L. (2009). Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Eine selbstdifferenzierte Lernumgebung am Beispiel von Osmose und Verbrennung. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 20(111/112), 72-77.
- Stäudel, L., Franke-Braun, G. & Parchmann, I. (2008). Sprache, Kommunikation und Wissenserwerb im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(106/107), 4-9.
- Stäudel, L., Franke-Braun, G. & Schmidt-Weigand, F. (2007). Komplexität erhalten - auch in heterogenen Lerngruppen: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *CHEMKON*, 14(3), 115-122.
- Stefanich, G.P. (2001). *Science Teaching in Inclusive Classrooms: Theory & Foundation*. Cedar Falls, IA: Woolverton.
- Steffensky, M., Parchmann, I. & Schmidt, S. (2005). "Die Teilchen saugen das Aroma aus dem Tee" – Beispiele und Erklärungsansätze für Missverständnisse zwischen Alltags-

- vorstellungen und chemischen Erklärungskonzepten. *Chemie in unserer Zeit*, 39(4), 274-278.
- Stein, A.D, Krach, S. & Niediek, I. (2010). Vorwort und Einführung in den Tagungsband. In: A.D. Stein, S. Krach & I. Niediek (Hrsg.). *Integration und Inklusion auf dem Weg ins Gemeinwesen. Möglichkeiten und Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 7-16.
- Steinbuch, K. (1977). Denken in Modellen. In: G. Trommer (Hrsg.). *Denken in Modellen*. Braunschweig: Westermann, 10-17.
- Steinke, I. (2009). Gütekriterien qualitativer Forschung. In: U. Flick & I. Steinke (Hrsg.). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 319-331.
- Stinson, M.S. & Antia, S.D. (1999). Considerations in Educating Deaf and Hard-of-Hearing Students in Inclusive Settings. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 4(3), 163-175.
- Stoker, H.S. (1989). *Chemistry: A science for today*. New York: Macmillan.
- Stokoe, W.C. (2002). *Language in hand – Why sign came before speech*. Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Stork, H. (1993). Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: R. Duit & H. Stork (Hrsg.). *Kognitive Entwicklung und Lernen der Naturwissenschaften - Tagungsband aus Anlaß des 60. Geburtstags von Prof. Dr. Heinrich Stork*. Kiel: IPN, 63-84.
- Tajmel, T. (2011). *Sprachliche Lernziele im naturwissenschaftlichen Unterricht*. https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf (Download: 12.08.2014).
- Tajmel, T. (2010). DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: B. Ahrenholz (Hrsg.). *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag GmbH + Co. KG, 167-184.
- Tajmel, T., Starl, K. & Schön, L.H. (2009). Detect the barriers and leave them behind – Science Education in Culturally and Linguistically Diverse Classrooms. In: T. Tajmel & K. Starl (Hrsg.). *Science Education Unlimited: Approaches to Equal Opportunities in Learning Science*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, 67-84.
- Tausch, M.W. & von Wachtendonk, M. (2010). *CHEMIE 2000+. NRW Gesamtband Sek. I*. Bamberg: C. C. Buchner.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51-69.

- Theunissen, G. & Schwalb, H. (2009). Einführung – Von der Integration zur Inklusion im Sinne von Empowerment. In: H. Schwalb & G. Theunissen (Hrsg.). *Inklusion, Partizipation in der Behindertenarbeit. Best-Practice-Beispiele: Wohnen - Leben - Arbeit – Freizeit*. Stuttgart: Kohlhammer, 11-36.
- Thürmann, E. (2011). *Deutsch als Schulsprache in allen Fächern. Konzepte zur Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen*.
<http://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/nutzersicht/getFile.php?id=5179> (Download: 11.07.2014).
- Thürmann, E. & Vollmer, H.J. (2010). Zur Sprachlichkeit des Fachlernens. Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache. In: B. Ahrenholz (Hrsg.). *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Fracke Attempto Verlag GmbH + Co. KG, 107-132.
- Tomcin, R. & Reiners, Ch.S. (2009). Auf malerischem Weg zur Chemie. *CHEMKON*, 16(1), 6-13.
- Trautmann, M. & Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule: Eine kritische Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Treagust, D.F. (2007). General instructional methods and strategies. In: S.K. Abell & N.G. Lederman (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwa, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc, 337-391.
- Treagust, D.F. & Chiu, M.H. (2011). Diagnostic assessment in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 119-120.
- Treagust, D.F. & Tsui, C.Y. (2014). General Instructional Methods and Strategies. In: N.G. Lederman & S.K. Abell (Hrsg.). *Handbook of Research on Science Education, Volume II*. New York: Routledge, 303-320.
- Trezek, B.J., Wang, Y. & Paul, P.V. (2009). *Reading and Deafness – Theory, Research, and Practice*. Clifton Park, NY: Delmar.
- Uhlig, A. (2012). *Ethnographie der Gehörlosen: Kultur - Kommunikation - Gemeinschaft*. Bielefeld: transcript Verlag.
- UNESCO (1994). *The Salamanca Statement and Framework for Action on Special Needs Education. Adopted by the World Conference on Special Needs Education: Access and Quality, Salamanca, Spain, 7-10 June, 1994*.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000984/098427eo.pdf>
(Download: 08.03.2013).
- United Nations (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*.

- <http://www.un.org/disabilities/convention/conventionfull.shtml>
(Letzter Zugriff: 28.07.2013).
- Universität zu Köln (2012a). *Modulhandbuch für das Fach Chemie im Studiengang Bachelor of Arts mit bildungswissenschaftlichem Anteil für das Studienprofil „Lehramt an Haupt-, Real und Gesamtschulen“*.
http://zfl.uni-koeln.de/fileadmin/sites/zfl/ZfL_Navi/Modulhandbuecher/Bachelor/MHB-B_Chemie_HRGe.pdf (Letzter Zugriff: 13.03.2015).
- Universität zu Köln (2012b). *Modulhandbuch für das Fach Chemie im Studiengang Bachelor of Arts mit bildungswissenschaftlichem Anteil für das Studienprofil „Lehramt für sonderpädagogische Förderung“*. http://zfl.uni-koeln.de/fileadmin/sites/zfl/ZfL_Navi/Modulhandbuecher/Bachelor/MHB-B_Chemie_SP.pdf
(Letzter Zugriff: 13.03.2015).
- Urton, K., Wilbert, J., & Hennemann, T. (2014). Der Zusammenhang zwischen der Einstellung zur Inklusion und der Selbstwirksamkeit von Schulleitungen und deren Kollegen. *Empirische Sonderpädagogik*, 6(1), 3-16.
- Uzuntiryaki, E. & Geban, Ö. (2004). Effectiveness of Instruction Based on Constructivist Approach on Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Instructional Science*, 33(4), 311-339.
- Valli, C. & Lucas, C. (2002). *Linguistics of American Sign Language*. Washington, DC: Gallaudet University Press.
- Vasquez, J.A., Comer, M.W. & Troutman, F. (2010). *Developing Visual Literacy in Science, K-8*. Arlington, VA: NSTA Press, National Science Teachers Association.
- Vernooij, M. (2007). *Einführung in die Heil- und Sonderpädagogik. Theoretische und praktische Grundlagen der Arbeit mit beeinträchtigten Menschen*. Wiebelsheim: Quelle & Meyer.
- von Aufschnaiter, C. (2007). Videobasierte Analysen von Lern- und Lehrprozessen in physikalischen Kontexten. In: D. Höttecke (Hrsg.). *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bern 2006*. Berlin: LIT-Verlag, 122-135.
- Vollmer, G. (1977). Über die Beziehung der chemischen Unterrichtssprache zur Gemeinsprache. *Chimica didacticae*, 3(9), 9-15.
- Vollmer, G. (1980). *Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht*. Frankfurt am Main: Diesterweg.
- Vygotsky, L. (1934). *Thought and Language*. Cambridge: MIT.

- Wadsworth, Y. (1998). What is Participatory Action Research? *Action Research International*, 2.
<http://www.aral.com.au/ari/p-ywadsworth98.html> (Download: 06.02.2015).
- Wagenschein, M. (1968). *Verstehen lehren: genetisch - sokratisch - exemplarisch*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Band 2*. Stuttgart: Klett.
- Wagner, L. & Bader, H.J. (2006a). Probleme des Chemieunterrichts an Förderschulen. *CHEMKON*, 13(3), 111-116.
- Wagner, L. & Bader, H.J. (2006b). Wirksamkeit von Fortbildungen in der Förderschule. In: A. Pitton (Hrsg.). *Lehren und Lernen mit neuen Medien: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Paderborn 2005*. Münster: LIT-Verlag. 189-191.
- Wallace, C.S., Hand, B.B. & Prain, V. (2007). *Writing and Learning in the Science Classroom*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Walter, J. & Wember, F.B. (2007). *Sonderpädagogik des Lernens*. Göttingen: Hogrefe.
- Warzecha, B. (2003). *Heterogenität macht Schule*. Münster: Waxmann.
- Weide, H. (2011). Mit Heterogenität umgehen – Erfahrungen im Einsatz von Diagnostiktests und Selbstdiagnosebögen in der Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 22(124/125), 20-25.
- Weinert, F.E. (2001). *Leistungsmessungen in den Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit*. Weinheim: Beltz.
- Weinert, F.E. & Gräber, W. (1993). Wie bereichsspezifisch verläuft die kognitive Entwicklung? In: R. Duit & H. Stork (Hrsg.). *Kognitive Entwicklung und Lernen der Naturwissenschaften: Tagungsband zum 20. IPN-Symposium aus Anlass des 60. Geburtstages von Prof. Dr. Heinrich Stork*. Kiel: IPN, 27-44.
- Weiß, S. & Bader, H.J. (2009). Wodurch erwerben Lehrkräfte Medienkompetenz? Auf der Suche nach geeigneten Fortbildungsmodellen. In: B. Herzig, D.M. Meister, H. Moser & H. Niesyto (Hrsg.). *Jahrbuch Medienpädagogik 8: Medienkompetenz und Web 2.0*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Wellnitz, N., Fischer, H.E., Kauertz, A., Mayer, J., Neumann, I., Pant, H.A., Sumfleth, E. & M. Walpuski (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende

- Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261-291.
- Werning, R. & Arndt, A.K. (2013). *Inklusion: Kooperation und Unterricht entwickeln*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Werning, R., Balgo, R., Palmowski, W. & Sassenroth, M, (2012). *Sonderpädagogik: Lernen, Verhalten, Sprache, Bewegung und Wahrnehmung*. München: Oldenbourg.
- Werning, R. & Lütje-Klose, B. (2003). *Einführung in die Lernbehindertenpädagogik*. München, Basel: Reinhardt.
- Wessels, C. (2008). So kann ich es verstehen. Leichte Sprache – wichtig für Teilhabe und Bildung. In: G. Heß, G. Kagemann-Harnack & W. Schlummer (Hrsg.). *Wir wollen – wir lernen – wir können! Erwachsenenbildung, Inklusion, Empowerment*. Marburg: Lebenshilfe, 264-267.
- Wessels, L. (2014). *Fach- und sprachintegrierte Förderung durch Darstellungsvernetzung und Scaffolding: Ein Entwicklungsforschungsprojekt zum Anteilbegriff*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Whyte, W.F. (1991). *Participatory action research*. Newbury Park, London, New Dehli: Sage Publications.
- Wiebel, H.K. (2000). „Laborieren“ als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. *Die Grundschulzeitschrift*, 139, 44-47.
- 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.
- Winter, L. (2014). *Barrierefreie Kommunikation – Leichte Sprache und Teilhabe für Menschen mit Lernschwierigkeiten*. Hamburg: Diplomica Verlag GmbH.
- Wirth, J., Thillmann, H., Künsting, J., Fischer, H.E. & Leutner, D. (2008). Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54 (3), 361-375.
- Wisotzki, K.H. (1994). *Grundriß der Hörgeschädigtenpädagogik*. Berlin: Edition Marhold.
- Witt, R. (1977). Kompetenztheoretische und mikrostrukturell-sprachanalytische Aspekte der didaktischen Transformation im Bereich des Wirtschaftslehreunterrichts. *Zeitschrift für Pädagogik*, 3, 369-380.
- Witteck, T. & Eilks, I. (2004). Versuchsprotokolle kooperativ erstellen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 15 (82/83), 54-56.

- Wlotzka, P. & Ralle, B (2008). Experimentieren in der Muttersprache - Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht durch muttersprachliche Experimentieranleitungen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19(106/107), 62-71.
- Wocken, H. (1995). Sind Förderzentren der richtige Weg zur Integration? *Die Sonderschule*, 40(2), 84-93.
- Wocken, H. (2010). Integration & Inklusion. Ein Versuch, die Integration von der Abwertung und die Inklusion von der Träumerei zu bewahren. In: A.D. Stein, S. Krach & I. Niediek (Hrsg.). *Integration und Inklusion auf dem Weg ins Gemeinwesen. Möglichkeiten und Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, 204-234.
- Wodzinski, R (2007). *Eigenständig lernen – gemeinsam lernen: Beschreibung des Naturwissenschaftsmoduls G8. SINUS-Transfer Grundschule*. Kiel: IPN Kiel.
- Wodzinski, R., Hänze, M. & Stäudel, L. (2006). Selbstständigkeitsorientiertes fachliches Lernen in den Naturwissenschaften durch kognitiv anspruchsvolle Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. In: R. Messner & W. Blum (Hrsg.). *Selbständiges Lernen im Fachunterricht*. Kassel: Kassel University Press, 28-29.
- Wolbers, K.A. (2008). Using balance and interactive writing instruction to improve the higher and lower order writing skills of deaf students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 13(2), 257- 277.
- Yahya, L. & Bader, H.J. (2008). Sichtstrukturen des Chemieunterrichts von Förderschullehrkräften einer Sprachheilschule – Auswertung einer Videostudie. *CHEMKON*, 15(4), 171-175.
- Ziemen, K. (2013). *Kompetenz für Inklusion – Inklusive Ansätze in der Praxis umsetzen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Darstellung der Repräsentationsebenen der Chemie in Anlehnung an Johnstone (2010).....	2
Abb. 2.2:	Ebenen der Begriffsbildung in Anlehnung an Maier & Steinbring (1998).....	29
Abb. 2.3:	Prozess der Wissenstransformation in Anlehnung an Reiners (2000).....	36
Abb. 2.4:	Von der Exklusion und Separation über die Integration zur Inklusion.....	38
Abb. 2.5:	Anteil der Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in Nordrhein-Westfalen in inklusiven Schulen im Schuljahr 2012/13 nach MSW (2013).....	67
Abb. 3.1:	Projektüberblick in Anlehnung an das Modell zur diagnosegeleiteten Förderung nach Grohnfeldt (2009).....	85
Abb. 4.1:	Design der Studie zur Analyse der Bedarfe.....	91
Abb. 4.2:	Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden.....	96
Abb. 4.3:	Anordnung der Kameras in Anlehnung an Seidel, Meyer & Dalehefte (2005).....	100
Abb. 4.4:	Ablaufmodell zur teilnehmenden Beobachtung in Anlehnung an Mayring (2002).....	102
Abb. 4.5:	Arbeitsschritte mit MAXQDA-Software in Anlehnung an Kuckartz (2010).....	106
Abb. 4.6:	Ablaufmodell der induktiven Kategorienbildung nach Mayring (2002).....	107
Abb. 4.7:	Ablaufmodell der modifizierten strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2002).....	109
Abb. 4.8:	Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden (Teil I).....	143
Abb. 4.9:	Auszug aus dem eingesetzten Interviewleitfaden (Teil II).....	150
Abb. 5.1:	Modellhafte Darstellung des Lösungsvorgangs eines Salzkristalls in Wasser in Anlehnung an Grüß-Niehaus (2010).....	170
Abb. 5.2:	Entwicklung des Förderkonzeptes in Anlehnung an Kemmis & McTaggart (2007).....	180
Abb. 5.3:	Fragestellungen zur Beurteilung und Optimierung des Förderkonzeptes.....	181
Abb. 5.4:	Handlungsschritte zur Entwicklung und Optimierung des Förderkonzeptes.....	181
Abb. 5.5:	Modell zum Förderkonzept in Anlehnung an das Johnstone Dreieck (2010).....	193
Abb. 5.6:	Problemstellung des durchzuführenden Versuchs sowie Hilfestellungen zur Formulierung einer Vermutung (Teil I).....	196
Abb. 5.7:	Problemstellung des durchzuführenden Versuchs sowie Hilfestellungen zur Formulierung einer Vermutung (Teil II).....	196
Abb. 5.8:	Vorgegebene Untersuchungsmaterialien und -methoden.....	200
Abb. 5.9:	Anwenden der Fachbegriffe durch Beschriftung der Abbildungen (Teil I).....	208
Abb. 5.10:	Anwenden der Fachbegriffe durch Beschriftung der Abbildungen (Teil II).....	208
Abb. 5.11:	Symbole zu den zentralen Begriffen naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens.....	210
Abb. 5.12:	Fachgebärden zu den zentralen Begriffen naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens nach Kestner (2009).....	212
Abb. 5.13:	Darstellung der Beobachtung.....	216
Abb. 5.14:	Hinweise zur Beschriftung der Zeichnungen zur Beobachtung.....	219
Abb. 5.15:	Lösungsbeispiel zur Beobachtung zur eigenständigen Kontrolle durch die Lernenden.....	220
Abb. 5.16:	Aufgabenstellung zu den ersten Ideen.....	224
Abb. 5.17:	Zusammenfassung der Informationen zum Teilchenmodell.....	227
Abb. 5.18:	Gestufte Lernhilfen 1.....	228

Abb. 5.19:	Gestufte Lernhilfen 2.....	228
Abb. 5.20:	Gestufte Lernhilfen 3.....	229
Abb. 5.21:	Gestufte Lernhilfen 4.....	229
Abb. 5.22:	Darstellung der Versuchsdeutung im Teilchenmodell.....	230
Abb. 5.23:	Aufgabe zur Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.....	231
Abb. 6.1:	Konkretisierung des Projektüberblicks in Anlehnung an das Modell der diagnosegeleiteten Förderung nach Grohnfeldt (2009).....	235
Abb. 6.2:	Vorstrukturiertes Arbeitsmaterial zum Dokumentieren von Experimenten.....	240
Abb. 6.3:	Leitfragen der untersuchungsbegleitenden Beobachtung.....	241
Abb. 6.4:	Eingesetzter Selbsteinschätzungsbogen zu den Inhalten der Unterrichtseinheit..	243
Abb. 6.5:	Feedbackfragebogen zur abschließenden Beurteilung des Förderkonzeptes.....	246
Abb. 6.6:	Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Äußern von Vermutungen.....	297
Abb. 6.7:	Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Durchführen von Versuchen.....	297
Abb. 6.8:	Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Anwenden von Fachbegriffen.	298
Abb. 6.9:	Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Dokumentieren von Beobachtungen.....	298
Abb. 6.10:	Ergebnisse der Selbst- und Fremdeinschätzung zum Zeichnen und Modellieren von Teilchenvorstellungen.....	300

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Literaturbasierter Kriterienkatalog nach Brüning (1990), Leisen (2003), Moll (2003), Witteck & Eilks (2004) und Kraus & Stehlik (2008) nach Groß (2013).....	33
Tab. 4.1:	Zusammenfassung der verwendeten Transkriptionsregeln in Anlehnung an Mayring (2002), Niethammer (2014), Kowal & O’Connell (2012) und Selting et al. (2009).....	104
Tab. 4.2:	Kategoriensystem zu den Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte.....	111
Tab. 4.3:	Kategoriensystem zu den Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler.....	123
Tab. 4.4:	Erste Impulse der Lehrkräfte zur Entwicklung von Fördermaßnahmen.....	155
Tab. 4.5:	Bedarfe im Chemieunterricht an Förderschulen für Hörgeschädigte und die mögliche Beeinflussbarkeit durch fachdidaktische Forschung.....	158
Tab. 4.6:	Bedarfsbereiche und die Bildungsstandards des Fachs Chemie (vgl. KMK 2005, S. 7ff.).....	160
Tab. 5.1:	Übersicht über verschiedene Systeme von Zwei-Komponenten-Lösungen nach Stoker (1989).....	166
Tab. 5.2:	Allgemeine Informationen zu den Schülerinnen und Schülern der Stichprobe (n=23).....	185
Tab. 5.3:	Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Anwenden von Fachbegriffen.....	205
Tab. 5.4:	Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Dokumentieren von Beobachtungen.....	215
Tab. 5.5:	Umsetzung des Förderkonzeptes im Hinblick auf das Nutzen von abstrakten Modellen.....	223
Tab. 6.1:	Theoriebasiertes Kategoriensystem zur Auswertung der Versuchsprotokolle.....	248
Tab. 6.2:	Darstellung der möglichen Codes zur Auswertung der Versuchsprotokolle.....	250
Tab. 6.3:	Entwicklungsverlauf des Teilchenverständnisses nach Grüß-Niehaus & Schanze (2011).....	250
Tab. 6.4:	Auszug aus dem Kodierleitfaden für die Beobachtung (formale Variable) und für die Erklärung (inhaltliche Variable).....	252
Tab. 6.5:	Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250).....	254
Tab. 6.6:	Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“	255
Tab. 6.7:	Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“.....	258
Tab. 6.8:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“	260
Tab. 6.9:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“.....	264
Tab. 6.10:	Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250).....	268
Tab. 6.11:	Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“	269
Tab. 6.12:	Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“.....	271
Tab. 6.13:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“.....	273

Tab. 6.14:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“275
Tab. 6.15:	Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250)281
Tab. 6.16:	Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“282
Tab. 6.17:	Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“284
Tab. 6.18:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“285
Tab. 6.19:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“287f.
Tab. 6.20:	Zusammenfassende Darstellung der Auswertung der formalen und inhaltlichen Kriterien zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“ (Codesystem: vgl. Tab. 6.2, S. 250).....290
Tab. 6.21:	Exemplarische Darstellung der Vermutungen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“291
Tab. 6.22:	Exemplarische Darstellung zum Anwenden von Fachbegriffen zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“293
Tab. 6.23:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der Beobachtung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“294
Tab. 6.24:	Exemplarische Darstellung zur Beschreibung der ersten Ideen und der Erklärung zum Versuch „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“295f.
Tab. 6.25:	Kategoriensystem zu den als wertvoll erachteten Aspekten des Förderkonzeptes.....301
Tab. 6.26:	Kategoriensystem zu den als weniger sinnvoll erachteten Aspekten des Förderkonzeptes.....302
Tab. 6.27:	Kategoriensystem zu den Lernzuwächsen der Schülerinnen und Schüler.....303
Tab. 6.28:	Kategoriensystem zu den Konsequenzen der Lehrenden für die berufliche Praxis.....304
Tab. 7.1:	Optionen zur weiteren Differenzierung und Verbesserung des Förderkonzeptes.....311

Anhang

Anhang.....	365
I. Bedarfsanalyse.....	366
a. Fragebogen zur Analyse der Bedarfe.....	366
b. Interviewleitfaden.....	368
c. Beobachtungsleitfaden.....	370
II. Entwicklung des Förderkonzeptes.....	372
a. Fragebogen zur Optimierung der Konzeption.....	372
III. Evaluation des Förderkonzeptes.....	374
a. Selbst- und Fremdeinschätzungsbogen.....	374
b. Feedbackfragebogen.....	376
c. Kodierleitfäden.....	379

I. Bedarfsanalyse

- a. Fragebogen zur Analyse der Bedarfe

Fragebogen für Chemielehrerinnen und -lehrer an Hörgeschädigtenschulen

1. Wo sehen Sie Probleme in der Vermittlung chemischer Inhalte an Schülerinnen und Schüler mit Hörschädigungen?

2. Welche Faktoren behindern die Förderung der Kommunikation im Chemieunterricht?

3. Welche Maßnahmen setzen Sie ein, um die Kommunikation im Chemieunterricht zu fördern?

4. Welche Maßnahmen würden Sie darüber hinaus als sinnvoll erachten, um die Kommunikation im Chemieunterricht zu fördern?

Bitte informieren Sie mich über die Ergebnisse dieser Befragung:

Ja

Nein

E-Mail-Adresse oder sonstige Kontaktdaten:

b. Interviewleitfaden

Informationsfragen

1. Welchen Studiengang bzw. welche Fächer haben Sie studiert?
2. Welche Fächer unterrichten Sie?
3. Wie lang unterrichten Sie schon das Fach Chemie?
4. Wie viele Lehrer unterrichten an Ihrer Schule außer Ihnen das Fach Chemie?
5. Wie würden Sie die Kommunikationsbedürfnisse der Lernenden in den Klassen, in denen Sie Chemie unterrichten, beschreiben (DGS, LBG, LS)?
6. Gibt es in diesen Klassen Lernende mit Mehrfachbehinderungen? Wenn ja, welche zusätzlichen Behinderungen liegen vor?

Das Einführen von Fachbegriffen

1. Viele Lehrende beschreiben in den Fragebögen, dass die Vermittlung chemischer Inhalte häufig durch die mangelnde Sprachkompetenz und das geringe Alltagswissen der Lernenden erschwert wird. Dabei äußern die Lehrenden, dass das Einführen von Fachbegriffen dabei besondere Probleme bereitet.
 - Welche Strategien verfolgen Sie, um Fachbegriffe einzuführen?
 - Welche Rolle spielen dabei Gebärden?
 - Was glauben Sie, könnte den Lernenden helfen, Fachbegriffe besser zu lernen?
2. Desweiteren sprechen Sie in Ihrem Fragebogen das Problem uneinheitlicher oder nicht vorhandener Fachgebärden an.
 - Wie gehen Sie im Unterricht konkret mit diesem Problem um?
 - Welche Möglichkeiten nutzen Sie, um eventuell neue Fachgebärden zu bilden oder zu lernen (Gebärdenlexikon von Karin Kestner)?

Dokumentation von Experimenten

1. Im Fragebogen beschreiben Sie, dass das Durchführen von Schülerexperimenten in ihrem Unterricht einen besonderen Stellenwert besitzt. Im Anschluss ist eine Reflexion und Dokumentation der Experimente unerlässlich.
 - Wo sehen Sie besondere Lernschwierigkeiten bei der Dokumentation von Experimenten?
 - Welche Methodenwerkzeuge/Maßnahmen setzen Sie zur Reflexion und Dokumentation eines Experimentes ein?
 - Welche Hilfestellungen bieten Sie den Lernenden, um sie bei der Dokumentation von Experimenten zu unterstützen?
2. Von mir wurden Materialien zur Unterstützung bei der Dokumentation von Experimenten entwickelt. Dazu gehören Arbeitsblätter, welche durch entsprechende Bilder bereits die Struktur eines Protokoll vorgeben und Wortlisten und Wortgeländer, die zur Unterstützung von Schreibprozessen eingesetzt werden können.
 - Wie würden Sie die Brauchbarkeit dieser Unterstützungshilfen einschätzen?
 - Welche Schwierigkeiten sehen Sie beim Einsatz der Materialien?
 - Was könnte Ihrer Ansicht nach den Lernenden noch helfen, die Experimente besser zu dokumentieren? (Hinweise und Anregungen)
 - Wären Sie daran interessiert, diese Materialien in Ihrem Unterricht auszuprobieren?

c. Beobachtungsleitfaden*Allgemeine Rahmenbedingungen an Förderschulen für Hörgeschädigte*

Hauptkategorien	Subkategorien	Leitfrage(n)
Lernende	Kommunikationssysteme	
	Förderbedarfe	
Organisatorisch- strukturelle Begebenheiten	Lehr- und Lernmaterialien	
	Ausstattung	
Sonstiges		

Eingesetzte Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht

Eingesetzte Lehr- und Lernmaterialien im Chemieunterricht	
Welche Lehr- und Lernmaterialien kommen im Chemieunterricht zum Einsatz?	

Herausforderungen der Lernenden im Chemieunterricht

Hauptkategorien	Subkategorien	Leitfrage(n)
Sprache	Allgemeine Sprachkompetenz	
	Fachsprache und -begriffe	
	Fachgebärden	
Vorwissen	Alltagswissen und -erfahrung	
Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen	Hypothesenbildung	
	Versuchsanleitungen folgen	
	Versuche beschreiben	
	Abstrakte Modelle und Konzepte	
	Problemorientiertes Denken	
	Verbinden von Zusammenhängen	
Sonstiges		

II. Entwicklung des Förderkonzeptes

a. Fragebogen zur Optimierung der Konzeption

Feedbackfragebogen für Lehrerinnen und Lehrer zum Unterrichtsmaterial zum Thema „Lösungsvorgänge“

1. Wie würden Sie die Eignung der Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen grundsätzlich einschätzen? Bitte begründen Sie kurz Ihre Antwort!

2. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als besonders sinnvoll oder wertvoll ein?

3. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als weniger sinnvoll oder wertvoll ein?

4. Welche Möglichkeiten zur Verbesserung der Unterrichtsmaterialien könnten Sie sich grundsätzlich vorstellen?

Noch einmal vielen Dank für Ihre freundliche Mitarbeit!
Gerne möchte ich Sie über die Ergebnisse der Befragung informieren.
Besteht daran von Ihrer Seite aus Interesse?

Ja Nein

Wenn ja, hinterlassen Sie bitte Ihre Kontaktdaten:

Name, Vorname: _____

Postadresse: _____

E-Mail: _____

III. Evaluation des Förderkonzeptes

a. Selbst- und Fremdeinschätzungsbogen

Selbsteinschätzungsbogen

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

auf der nächsten Seite findest du einige Sätze zum Chemie-Unterricht. Bitte kreuze die Sätze so an, wie sie für dich selbst stimmen. Es ist wichtig, dass du die Aussagen genau liest und dann ehrlich beantwortest. Es gibt keine falschen Antworten.

Chemie

Name: _____

Was kannst Du schon?

Wie gut kannst Du es? Kreuze an!

	sehr gut	gut	mittel	Das muss ich noch üben!
Ich kann <i>vor</i> einem Versuch eine <i>Vermutung machen</i> .				
Ich kann einen Versuch mit der <i>Versuchsanleitung durchführen</i> .				
Ich kann die <i>Geräte und Materialien</i> mit den <i>Fachwörtern beschriften</i> .				
Ich kann <i>zeichnen</i> , was ich im Versuch <i>beobachtet</i> habe.				
Ich kann mit den <i>Fachwörtern beschreiben</i> , was ich im Versuch <i>beobachtet</i> habe.				
Ich kann einen Versuch mit dem <i>Teilchenmodell</i> (zeichnen, Knete) erklären.				
Ich kann einen Versuch mit den <i>Fachwörtern erklären</i> .				

Das möchte ich noch lernen:

Vielen Dank für Deine tolle Mitarbeit! ☺

Fremdeinschätzungsbogen

Schule: _____
 Klasse: _____
 Datum: _____

Liebe Lehrerin, lieber Lehrer,

auf der nächsten Seite finden Sie einige Aussagen zum Chemieunterricht. Bitte kreuzen Sie die Aussagen so an, wie Sie denken, dass sie für den betreffenden Schüler oder die betreffende Schülerin zutreffen.

Vielen Dank für Ihre freundliche Mitarbeit!

Fremdeinschätzungsbogen

Der Schüler/die Schülerin _____

Kreuzen Sie an!

	sehr gut	gut	mittel	Das muss er/sie noch üben!
...kann vor einem Versuch eine Vermutung machen.				
...kann einen Versuch mit der Versuchsanleitung durchführen.				
...kann die Geräte und Materialien mit den Fachwörtern beschriften.				
...kann zeichnen, was er/sie im Versuch beobachtet hat.				
...kann mit den Fachwörtern beschreiben, was er/sie im Versuch beobachtet hat.				
...kann einen Versuch mit dem Teilchenmodell (zeichnen, Knete) erklären.				
...kann einen Versuch mit den Fachwörtern erklären.				

Das müsste _____ noch lernen:

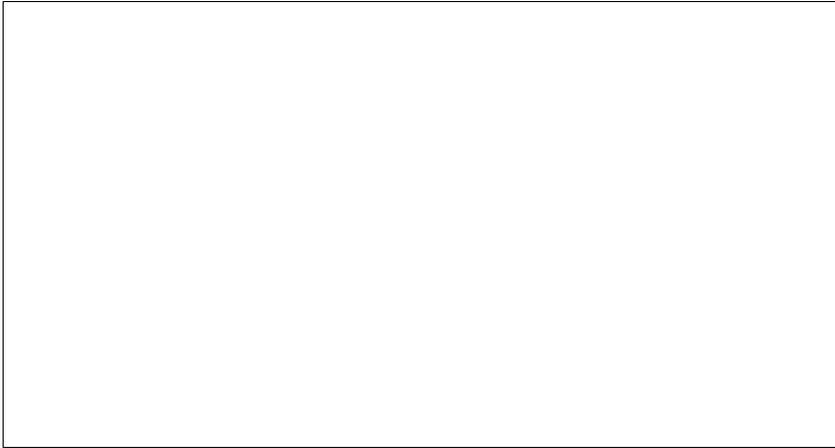
b. Feedbackfragebogen

**Feedbackfragebogen für Lehrerinnen und Lehrer
zum Unterrichtsmaterial zum Thema „Lösungsvorgänge“**

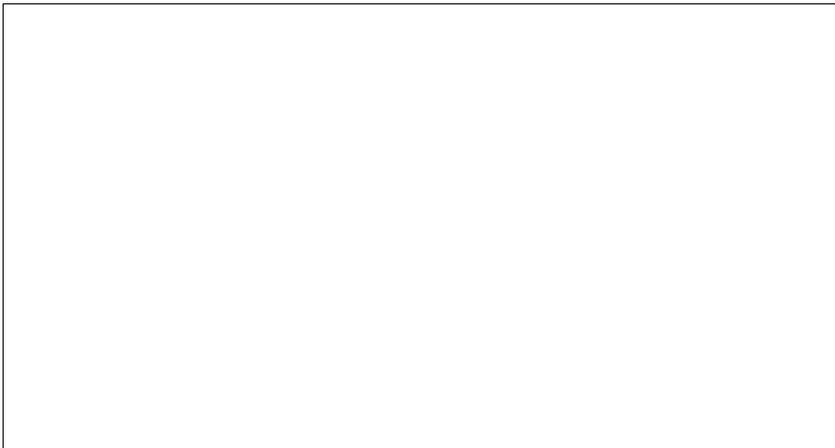
1. Wie würden Sie die Eignung der Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler mit dem Förderschwerpunkt Hören und Kommunikation zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen grundsätzlich einschätzen? Bitte begründen Sie kurz Ihre Antwort!

2. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als besonders sinnvoll oder wertvoll ein?

3. Welche Aspekte des Unterrichtsmaterials schätzen Sie als weniger sinnvoll oder wertvoll ein?



4. Welchen Lernzuwachs bezogen auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen konnten Sie bei den Schülerinnen und Schülern im Rahmen der Unterrichtseinheit feststellen?



5. Welche Möglichkeiten zur Verbesserung der Unterrichtsmaterialien könnten Sie sich vorstellen?

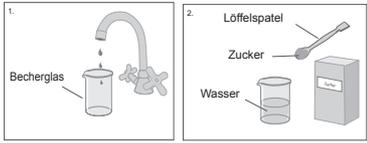
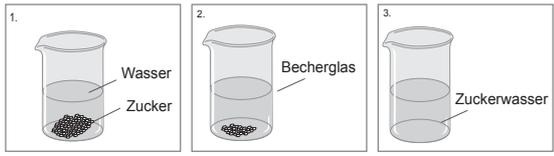
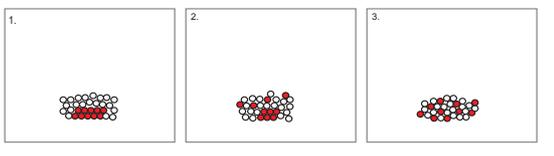
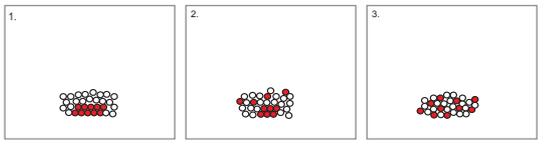
6. Welche Erkenntnisse konnten Sie durch die Erfahrungen mit den Unterrichtsmaterialien für Ihre berufliche Praxis ableiten?

Vielen Dank für Ihre freundliche Mitarbeit!

c. Kodierleitfäden

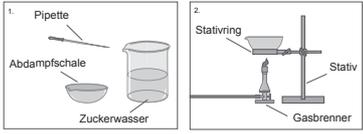
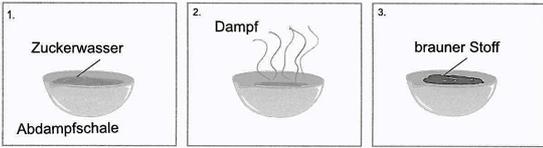
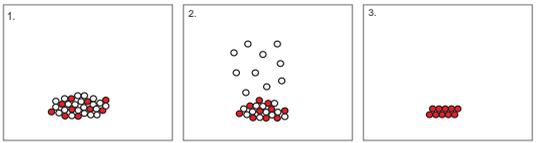
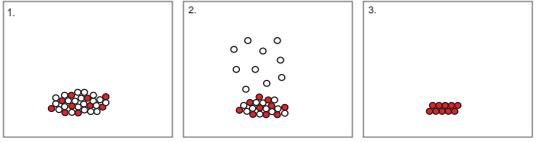
Kodierleitfaden zu Versuch 1: „Was passiert mit dem Zucker im Wasser?“

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Formale Kriterien	Beobachtung (B1-B3)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B1 formale Sequenzierung +B2 Vollständigkeit +B3 Präzision	
	Erste Ideen (E*1-E*3)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*1 formale Sequenzierung +E*2 Vollständigkeit +E*3 Präzision	<p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Erklärung (E1-E3)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E1 formale Sequenzierung +E2 Vollständigkeit +E3 Präzision	<p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>

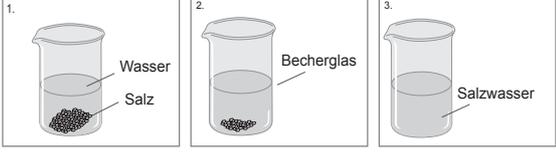
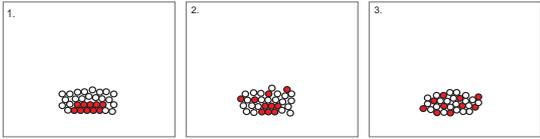
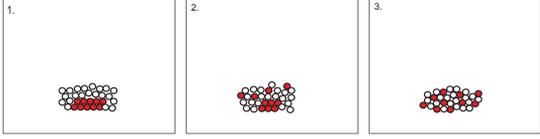
Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Inhaltliche Kriterien	Vermutung (V)	Äußern einer Vermutung (sprachlich)	+V	Ich vermute, <u>der Zucker löst sich.</u>
	Fachbegriffe (FB)	Anwenden von Fachbegriffen (sprachlich)	+FB	 <p>1. Zuerst sehe ich <u>den Zucker</u> im Wasser. 2. Dann wird der Zucker immer <u>feiner.</u> 3. Nach einigen Minuten kann ich den Zucker <u>nicht mehr sehen.</u></p> <p>Der Zucker hat sich im Wasser <u>g e l ö s t.</u> Es entsteht <u>Zuckerwasser.</u></p> <p>Wie nennen wir das?</p> <p><input type="checkbox"/> Wasser <input checked="" type="checkbox"/> Lösung <input type="checkbox"/> Zucker</p> <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Beobachtung (B4-B6)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B4 inhaltliche Sequenzierung +B5 Trennung der Ebenen +B6 fachliche Adäquatheit	
	Erste Ideen (E*4-E*6)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*4 inhaltliche Sequenzierung +E*5 Trennung der Ebenen +E*6 fachliche Adäquatheit	 <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Erklärung (E4-E6)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E4 inhaltliche Sequenzierung +E5 Trennung der Ebenen +E6 fachliche Adäquatheit	 <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>

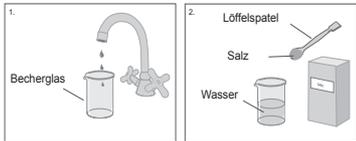
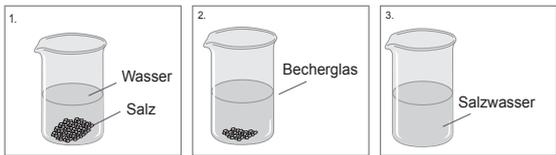
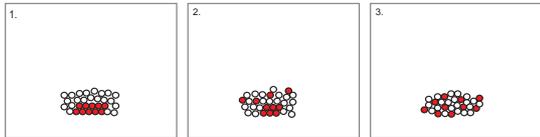
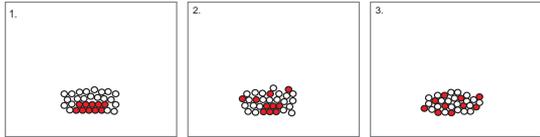
Kodierleitfaden zu Versuch 2: „Was passiert, wenn wir das Zuckerwasser heiß machen?“

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Formale Kriterien	Beobachtung (B1-B3)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B1 formale Sequenzierung	
			+B2 Vollständigkeit	
			+B3 Präzision	
	Erste Ideen (E*1-E*3)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*1 formale Sequenzierung	<p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
			+E*2 Vollständigkeit	
			+E*3 Präzision	
Erklärung (E1-E3)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E1 formale Sequenzierung	<p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>	
		+E2 Vollständigkeit		
		+E3 Präzision		

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Inhaltliche Kriterien	Vermutung (V)	Äußern einer Vermutung (sprachlich)	+V	Ich vermute, <u>das Wasser verdampft</u> und der Zucker bleibt übrig.
	Fachbegriffe (FB)	Anwenden von Fachbegriffen (sprachlich)	+FB	 <p>1. Zuerst sehe ich das Zuckerwasser in der <u>Abdampfschale</u>. 2. Dann wird <u>das Wasser</u> immer weniger. Es steigt <u>Dampf</u> auf. 3. Am Ende bleibt nur ein brauner <u>Stoff</u> in der Abdampfschale zurück. Das Wasser ver <u>d a m p f t</u>. Es bleibt ein <u>brauner</u> Stoff zurück.</p> <p>Wie heißt der Stoff?</p> <p><input type="checkbox"/> Wasser <input checked="" type="checkbox"/> Zuckerwasser <input type="checkbox"/> Zucker/Karamell</p> <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Beobachtung (B4-B6)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B4 inhaltliche Sequenzierung +B5 Trennung der Ebenen +B6 fachliche Adäquatheit	
	Erste Ideen (E*4-E*6)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*4 inhaltliche Sequenzierung +E*5 Trennung der Ebenen +E*6 fachliche Adäquatheit	 <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
Erklärung (E4-E6)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E4 inhaltliche Sequenzierung +E5 Trennung der Ebenen +E6 fachliche Adäquatheit	 <p>Zucker-Teilchen Wasser-Teilchen</p>	

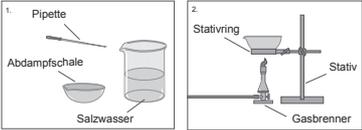
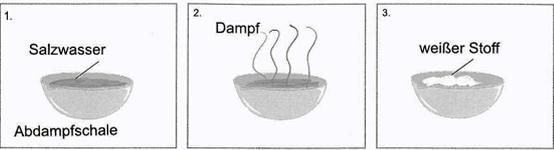
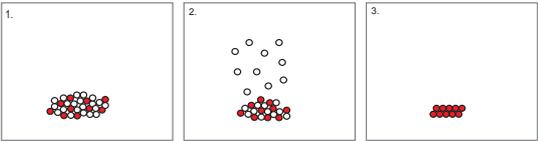
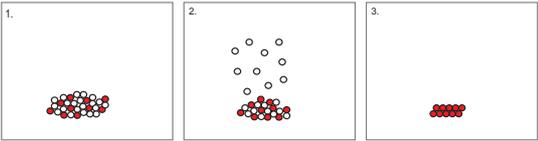
Kodierleitfaden zu Versuch 3: „Was passiert mit dem Salz im Wasser?“

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Formale Kriterien	Beobachtung (B1-B3)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B1 formale Sequenzierung +B2 Vollständigkeit +B3 Präzision	
	Erste Ideen (E*1-E*3)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*1 formale Sequenzierung +E*2 Vollständigkeit +E*3 Präzision	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Erklärung (E1-E3)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E1 formale Sequenzierung +E2 Vollständigkeit +E3 Präzision	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Inhaltliche Kriterien	Vermutung (V)	Äußern einer Vermutung (sprachlich)	+V	Ich vermute, <u>das Salz löst sich.</u>
	Fachbegriffe (FB)	Anwenden von Fachbegriffen (sprachlich)	+FB	 <p>1. Zuerst sehe ich das Salz <u>im Wasser.</u> 2. Dann wird <u>das Salz</u> immer feiner. 3. Nach einigen Minuten kann ich <u>das Salz</u> nicht mehr sehen.</p> <p>Das Salz hat sich im Wasser <u>g e l ö s t.</u> Es entsteht <u>Salzwasser.</u></p> <p>Das ist eine <u>Lösung.</u></p> <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Beobachtung (B4-B6)	Darstellung der Beobachtung (<u>zeichnerisch</u> und sprachlich)	+B4 inhaltliche Sequenzierung +B5 Trennung der Ebenen +B6 fachliche Adäquatheit	
	Erste Ideen (E*4-E*6)	Darstellung der ersten Ideen (<u>zeichnerisch</u> und sprachlich)	+E*4 inhaltliche Sequenzierung +E*5 Trennung der Ebenen +E*6 fachliche Adäquatheit	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Erklärung (E4-E6)	Darstellung der Erklärung (<u>zeichnerisch</u> und sprachlich)	+E4 inhaltliche Sequenzierung +E5 Trennung der Ebenen +E6 fachliche Adäquatheit	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>

Kodierleitfaden zu Versuch 4: „Was passiert, wenn wir das Salzwasser heiß machen?“

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Formale Kriterien	Beobachtung (B1-B3)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B1 formale Sequenzierung	
			+B2 Vollständigkeit	
			+B3 Präzision	
	Erste Ideen (E*1-E*3)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*1 formale Sequenzierung	<p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
			+E*2 Vollständigkeit	
			+E*3 Präzision	
Erklärung (E1-E3)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E1 formale Sequenzierung	<p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>	
		+E2 Vollständigkeit		
		+E3 Präzision		

Variable	Kategorie	Definition	Kodierung	Ankerbeispiel(e)
Inhaltliche Kriterien	Vermutung (V)	Äußern einer Vermutung (sprachlich)	+V	Ich vermute, <u>das Wasser verdampft</u> und <u>das Salz bleibt übrig.</u>
	Fachbegriffe (FB)	Anwenden von Fachbegriffen (sprachlich)	+FB	 <p>1. Zuerst sehe ich <u>das Salzwasser</u> in der Abdampfschale. 2. Dann wird das Wasser <u>immer weniger</u>. Es steigt <u>Dampf</u> auf. 3. Am Ende bleibt nur ein <u>weißer</u> Stoff in der Abdampfschale zurück.</p> <p>Das Wasser <u>v e r d a m p f t</u>. Es bleibt ein <u>weißer</u> Stoff zurück.</p> <p>Der Stoff heißt <u>Salz</u>.</p> <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Beobachtung (B4-B6)	Darstellung der Beobachtung (zeichnerisch und sprachlich)	+B4 inhaltliche Sequenzierung +B5 Trennung der Ebenen +B6 fachliche Adäquatheit	
	Erste Ideen (E*4-E*6)	Darstellung der ersten Ideen (zeichnerisch und sprachlich)	+E*4 inhaltliche Sequenzierung +E*5 Trennung der Ebenen +E*6 fachliche Adäquatheit	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>
	Erklärung (E4-E6)	Darstellung der Erklärung (zeichnerisch und sprachlich)	+E4 inhaltliche Sequenzierung +E5 Trennung der Ebenen +E6 fachliche Adäquatheit	 <p>Salz-Teilchen Wasser-Teilchen</p>

Erklärung

Ich versichere, dass ich die von mir vorgelegte Dissertation selbständig angefertigt, die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben und die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, in jedem Einzelfall als Entlehnung kenntlich gemacht habe; dass diese Dissertation noch keiner anderen Fakultät oder Universität zur Prüfung vorgelegen hat; dass sie – abgesehen von unten angegebenen Teilpublikationen – noch nicht veröffentlicht worden ist sowie, dass ich eine solche Veröffentlichung vor Abschluss des Promotionsverfahrens nicht vornehmen werde. Die Bestimmungen der Promotionsordnung sind mir bekannt. Die von mir vorgelegte Dissertation ist von Prof. Dr. Christiane S. Reiners betreut worden.



Adejoke Adesokan

27.04.2015

Teilpublikationen

1. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2012a). On the Way to Scientific Inquiry – Supporting Hearing-Impaired Learners in Chemistry Classes. In: Eilks, I.; Markic, S. & Ralle, B. (Hrsg.). *Heterogeneity and Cultural Diversity in Science Education and Science Education Research – A collection of invited papers inspired by the 21th Symposium on Chemical and Science Education held at the University of Dortmund, May 17-19, 2012*, Aachen: Shaker, 219-223.
2. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2012b): On the Way to Scientific Inquiry – Supporting Hearing-Impaired Learners in Chemistry Classes. *CnS –La chimica nella Scuola. Proceedings ICCE-ECRICE*, XXXIV (3), 1-4.
3. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2013). Zur Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen bei Schülerinnen und Schülern mit Hörschädigung im Chemieunterricht. In: S. Bernholt (Hrsg.). *Inquiry-based learning – Forschendes Lernen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012, Band 33, Münster: LIT, 98-100.
4. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2014). Working towards inclusive education: Introducing scientific reasoning and methods of investigation to students with special needs in chemistry classes. In: C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Hrsg.). *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 12*. Nicosia, Cyprus: European Science Education Research Association, 84-93.
5. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (2015). Konzeption zur Einführung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen für Lernende im Chemieunterricht an Förderschulen. In: S. Bernholt (Hrsg.). *Heterogenität und Diversität – Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bremen 2014*. Kiel: IPN, 91-93.
6. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (in Vorbereitung). Lehr- und Lernmaterialien zur Einführung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen bei Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf. *CHEMKON*
7. Adesokan, A. & Reiners, Ch.S. (in Vorbereitung). Teaching material to introduce deaf and hard-of-hearing students to scientific reasoning and working – A contribution to the development of inclusive chemistry education. In: N. Papadouris, A. Hadjigeorgiou & C. P. Constantinou (Hrsg.). *Insights from research in science teaching and learning – Book of Selected Papers from the ESERA 2013 Conference*.