MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

doing science <> writing science
Sprachsensibler Biologieunterricht im Kontext des Forschenden Lernens

verfasst von / submitted by

Theresa Bachler, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Education (MEd)

Wien, 2020 / Vienna 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt / degree programme code as it appears on the student record sheet:	UA 199 502 509 02
Studienrichtung lt. Studienblatt / degree programme as it appears on the student record sheet:	Masterstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund UF Biologie und Umweltkunde Lehrverbund UF Französisch Lehrverbund
Betreut von / Supervisor:	Univ.-Prof. Dr. Andrea Möller

Dankesworte

Auf dem Weg von der ersten Idee bis zur Umsetzung dieser Arbeit haben mich viele Menschen begleitet, denen ich von Herzen für ihre Unterstützung danken möchte.

Allen voran meiner Betreuerin Frau Univ.-Prof.in Dr.in Andrea Möller sowie Herrn Mag. Bernhard Müllner, die mir die Möglichkeit gegeben haben, in einem äußerst interessanten Forschungsprojekt mitzuwirken und dabei meinem Interesse für die Rolle von Sprache im Fachunterricht nachzugehen. Herrn Mag. Bernhard Müllner gilt an dieser Stelle meine besondere Wertschätzung für seine professionelle Begleitung, vor allem für seine hilfreichen Anregungen und konstruktiven Rückmeldungen, durch welche er wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Ein großes Dankeschön richte ich außerdem an meine Schwestern Klara und Elisabeth sowie an meinen Freund Michael, die mir immer zur Seite stehen und mir gerade in dieser Abschlussphase meines Studiums viel Kraft und liebevollen Zuspruch gegeben haben. Besonders möchte ich mich auch bei meinen Eltern bedanken, dass sie mir stets alle Türen offen gehalten und mich in meinem Tun bestärkt haben. Nicht zuletzt bin ich dankbar für meine Freundinnen und Freunde, auf deren Rückhalt Verlass ist und mit denen ich viele schöne Momente während meiner Studienzeit teilen durfte.

Danke.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung ... 1

2. Sprachregister im Kontext von Lehren und Lernen ... 5

2.1 Alltagssprache ... 5

2.2 Bildungssprache ... 7

2.2.1 Die Funktionen von Bildungssprache ... 10

2.2.1.1 Die kommunikative Funktion ... 10

2.2.1.2 Die epistemische Funktion ... 11

2.2.1.3 Die soziale Funktion ... 12

2.3 Fachsprache ... 13

2.4 Von der Alltagssprache über die Bildungssprache hin zur Fachsprache ... 17

3. Die Merkmale der Sprache(n) der Schule ... 20

3.1 Erste Annäherung: Merkmale von Schriftlichkeit und Mündlichkeit ... 20

3.2 Im Fokus: Sprachliche und übersatzmäßige Mittel der Bildungssprache ... 22

3.2.1 Merkmale auf lexikalisch-semantischer Ebene ... 23

3.2.2 Merkmale auf syntaktischer Ebene ... 25

3.2.3 Merkmale auf diskursiver und textueller Ebene ... 27

3.2.4 Kritik an einer systemlinguistischen Betrachtung ... 28

4. Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht ... 30

4.1 Vom Konzept der Bildungssprache zur durchgängigen Sprachbildung ... 30

4.2 Von der durchgängigen Sprachbildung zum sprachsensiblen Fachunterricht ... 31

4.3 Elemente eines sprachsensiblen Fachunterrichts ... 32

4.3.1 Scaffolding ... 33

4.3.2 Einsatz von Methoden-Werkzeugen ... 34

4.3.3 Fokus auf Sprachhandlungen und Diskursfunktionen ... 36

4.3.4 Fokus auf Textkompetenz und Schreibarbeit ... 38

4.3.5 Prinzip des Wechsels zwischen unterschiedlichen Darstellungsformen ... 42

5. Forschendes Lernen ... 44

5.1 Wissenschaftliches Denken ... 44

5.2 Das Experiment als hypothetisch-deduktive Erkenntnismethode ... 45

5.3 Kernelemente des Forschenden Lernens ... 47

5.4 Die Phasen des Forschenden Lernens als Spiegel der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ... 49

5.5 Forschendes Lernen in der Diskussion ... 51

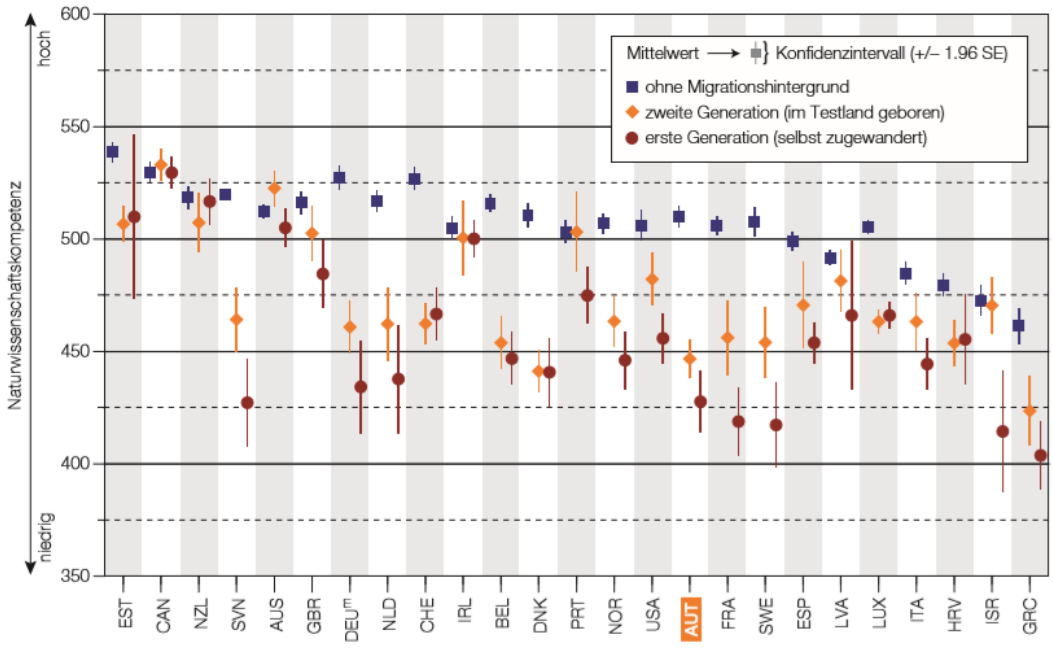
5.6 Die Schaffung geeigneter Lernumgebungen ... 53

6. Das Versuchsprotokoll - verbindendes Element zwischen sprachlichem und fachlichem Lernen 55
6.1 Abgrenzung des Versuchsprotokolls als naturwissenschaftliche Textsorte 55
6.2 Das didaktische Potential des Versuchsprotokolls 56
6.3 Konzeptionelle und sprachliche Merkmale eines Versuchsprotokolls 57
7. Forschungsfragen 61
8. Methodik 63
8.1 Forschungsdesign 63
8.2 Datenaufnahme 64
8.2.1 Rahmenbedingungen und Auswahl der Stichprobe 64
8.2.2 Anonymisierung der Versuchsprotokolle 67
8.2.3 Das Analyseinstrument zur Bewertung der Textqualität von Versuchsprotokollen 67
8.2.4 Handhabung des Analyseinstruments 70
8.3 Datenauswertung 71
8.3.1 Quantitativer Zugang 71
8.3.2 Qualitative Diagnose 72
8.4 Methodenreflexion und Limitation 72
9. Darstellung der Untersuchungsergebnisse 75
9.1 Quantitative Datenauswertung 75
9.1.1 Einhaltung der formalen Protokollstruktur 75
9.1.2 Überblick über durchschnittlich erreichte Niveaustufen 76
9.1.3 Sprachliche und fachliche Hürden des Versuchsprotokolls 77
9.1.3.1. Schwierigkeiten auf lexikalisch-semantischer Ebene 78
9.1.3.2. Schwierigkeiten auf syntaktischer Ebene 79
9.1.3.3. Schwierigkeiten auf textueller Ebene 82
9.2 Qualitative Textanalyse 88
9.2.1 Protokollteil Fragestellung formulieren (A) 88
9.2.2 Protokollteil Versuchsaufbau beschreiben (C) 90
9.2.3 Protokollteil Datenauswertung (D) 92
9.2.4 Protokollteil Diskussion der Ergebnisse (E) 94
10. Deutung und Diskussion der Untersuchungsergebnisse 97
10.1 Sprachliche und fachliche Auffälligkeiten 97
10.1.1 Formal-inhaltliche Aspekte des Versuchsprotokolls 98
10.1.2 Einfluss des Sprachregisters auf die Qualität von Versuchsprotokollen 99

10.1.3 Einsatz unpersönlicher Konstruktionen 101
10.1.4 Begrenzter (Fach-)Wortschatz 102
10.1.5 Wechsel der Darstellungsformen als Herausforderung 104
10.2 Ideen zu einer sprachsensiblen Didaktik des Versuchsprotokolls 106
10.2.1 Vermittlung der formal-inhaltlichen Struktur 107
10.2.2 Erhöhung der bildungssprachlichen Nähe der Texte 110
10.2.3 Heranführung an einen unpersönlichen Stil 111
10.2.4 Förderung der Fachsprachlichkeit 112
10.2.5 Initiierung eines Darstellungswechsels 113
11. Resümee und Ausblick 115
12. Literaturverzeichnis 120
13. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 133
14. Anhang 135
14.1 Abkürzungen 135
14.2 Zusammenfassung 136
14.3 Abstract 137
14.4 Analyseinstrument 138
14.5 Ergebnisse der quantitativen Auswertung (Excel-Tabelle) 159
14.6 Ideen für ein sprachsensibles Scaffolding 161

1. Einleitung

Sprache stellt das wichtigste Medium dar, mittels dessen fachliche Inhalte und Konzepte vermittelt und erworben werden (Schmölzer-Eibinger et al. 2013: 11), und ist daher auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht von entscheidender Bedeutung. Dies manifestiert sich unter anderem in den Ergebnissen der PISA-Studie 2015, bei welcher - nach PISA 2006 - zum zweiten Mal die Naturwissenschaftskompetenz am Ende der Pflichtschulzeit im Fokus stand und erneut ein erheblicher Leistungsrückstand von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund festgestellt werden konnte (Breit 2009, Suchań/Breit 2016). Gemeinsam mit Deutschland, Slowenien und Schweden zählt Österreich sogar zu den Ländern mit den größten Leistungsnachteilen für Jugendliche mit Migrationshintergrund (siehe Abbildung 1), welche auf der Naturwissenschaftsskala im Schnitt um 70 Punkte weniger erreichten als ihre einheimischen MitschülerInnen (Suchań/Breit 2016: 92).



25 OECD-/EU-Länder mit mehr als 5 % Jugendlichen mit Migrationshintergrund absteigend nach dem Mittelwert der Naturwissenschafts-Gesamtskala gereiht. [m] Werte fehlen von ≥ 10 % der Schüler/innen. Exakte Werte siehe Tabelle A13 im Anhang.

Abbildung 1 Naturwissenschaftskompetenz von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund im internationalen Vergleich (Suchań/Breit 2016: 93)

Nach bisherigen Forschungen ist diese deutliche Diskrepanz zwischen SchülerInnen mit und ohne Migrationshintergrund neben dem sozioökonomischen Status vor allem auf die Kompetenzen in der Testsprache (= Unterrichtssprache) zurückzuführen (ebd.: 94). Die Ergebnisse der PISA-Studien konnten folglich den empirischen Nachweis dafür liefern, „dass die Sprache auch in scheinbar spracharmen Fächern eine entscheidende Rolle spielt“ (Grießhaber 2010: 37). Aber auch in der sprach- und fachdidaktischen Literatur (u. a.

Gogolin/Lange 2011, Gogolin/Duarte 2016, Chlosta/Schäfer 2014, Tajmel 2017, Gebhard et al. 2017) ist unstrittig, dass unzureichende sprachliche Kompetenzen ein wesentliches Hindernis für die Aufnahme und Verarbeitung fachlicher Inhalte darstellen. Diese Sprachbarrieren beruhen auf der für den Bildungserfolg bedeutsamen Schwelle, „die zwischen der Sprache der direkten persönlichen Kommunikation einerseits und der Sprache der distanzierten sach- und lernprozessbezogenen Kommunikation des Unterrichts andererseits liegt" (Reich 2013: 58) und insbesondere für SchülerInnen mit nichtdeutscher Erstsprache[1] häufig mit Schwierigkeiten verbunden ist. Für diese Schwelle hat sich im deutschsprachigen Raum inzwischen der Begriff der *Bildungssprache* etabliert (Gogolin/Dirim et al. 2011), welcher zunächst im Zuge des deutschen Modellprogramms *Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund* (FörMig) theoretisch bestimmt wurde.

Die Aneignung entsprechender bildungssprachlicher Kompetenzen bedeutet für SchülerInnen mit Migrationshintergrund eine besondere Herausforderung, schließlich sehen sie sich im Unterricht stets mit der Doppelaufgabe konfrontiert, „sowohl eine Sache zu lernen als auch die Sprache zur Sache, die für sie in der Regel die Zweitsprache[2] ist" (Gogolin/Lange 2011: 122). Ein Blick auf die Schulstatistik 2017/18 zeigt, dass der Anteil der SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache an allgemeinbildenden Schulen österreichweit 28,3%, in Wien sogar 55,0%, beträgt (BMBWF 2019). Mehrsprachigkeit stellt in heimischen Klassenzimmern längst die Realität und somit auch „eine unvermeidliche Bedingung für das pädagogische Handeln" (Gogolin/Dirim et al. 2011: 14) dar. Dieser Multilingualität der Kinder und Jugendlichen steht laut Gogolin (1994, 2013) jedoch der „monolinguale Habitus" nationaler Bildungsinstitutionen entgegen. Der Begriff *monolingualer Habitus* beschreibt dabei die tief verwurzelte Gewohnheit, Monolingualismus als die Norm zu betrachten. Diese spiegelt sich nicht nur in der Struktur und Organisation des Schulsystems wider, sondern formt auch die Wahrnehmungen, Einstellungen und Praktiken der Lehrpersonen auf unbemerkte Weise, was dazu führt, dass die vielfältigen Lebenserfahrungen der Kinder und Jugendlichen unsichtbar gemacht werden (Gogolin 2013: 40f.).

Im Rahmen einer *durchgängigen* Sprachbildung (Gogolin/Lange 2011) wird hingegen mit der Ausrichtung an einer monolingualen SchülerInnenschaft gebrochen und Sprache „als Medium

[1] Bei der Erstsprache handelt es sich nach Ahrenholz (2014: 3) um die erste Sprache, die ein Mensch, meist im familiären Kontakt, von Geburt an lernt und in welcher die Primärsozialisation erfolgt. Im alltäglichen Sprachgebrauch ist auch der Begriff *Muttersprache* geläufig, welcher allerdings aus linguistischer Perspektive nicht unproblematisch erscheint, da er das Bild der Spracherwerbssituation, an welcher nicht nur Mütter beteiligt sind, verzerrt (ebd.: 3f.).

[2] „Eine Zweitsprache beginnt, wenn man nach einer anderen, ersten Sozialisationssprache die Sprache des Landes lernt, in dem man lebt und handelt" (Oomen-Welke/Decker-Ernst 2013: 8f.).

des Lehrens und Lernens bewusst wahrgenommen, bewusst verwendet und bewusst vermittelt“ (Gogolin/Dirim et al. 2011: 17). Um nicht weiterhin zur Reproduktion von Bildungsungleichheit beizutragen, muss es sich auch der Biologieunterricht zur Aufgabe machen, Heranwachsende im Erwerb einer fachbezogenen Sprach- und Kommunikationskompetenz zu unterstützen (Nitz 2016a: 474). Die Forderung, Sprachbildung explizit in das Fachlernen miteinzubeziehen (Tajmel 2010: 168f.), wird deshalb im Konzept des *sprachsensiblen Fachunterrichts* (u. a. Leisen 2013a) aufgegriffen, welches für die vorliegende Masterarbeit einen wichtigen theoretischen Anhaltspunkt bildet.

Die sprachliche Herausforderung im Biologieunterricht besteht nicht nur darin, dass sich die Sprache der Naturwissenschaften deutlich vom alltäglichen Sprachgebrauch der Lernenden unterscheidet, sondern dass sie gleichzeitig sehr eng an naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen gebunden ist (Budde/Michalak 2014: 20). Zur Förderung des wissenschaftlichen Denkens wird die Lern- und Lehrmethode des *Forschenden Lernens* empfohlen (u. a. Mayer/Ziemek 2006, Bruckermann et al. 2017), bei welcher die SchülerInnen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess möglichst eigenaktiv durchlaufen sollen. Das Forschende Lernen bildet einen weiteren theoretischen Rahmen für diese Arbeit und ist in den letzten Jahren vermehrt in den Mittelpunkt naturwissenschaftsdidaktischer Forschungen gerückt. Allerdings wurde die Sprachlichkeit des Forschenden Lernens bisher kaum berücksichtigt, weshalb sich die Frage aufdrängt, wie dieses primär naturwissenschaftsdidaktische Konzept sprachsensibel, im Sinne einer expliziten Integration sprachlicher Bildung, gestaltet werden kann. Die Schaffung einer geeigneten Lehr- und Lernumgebung für ein *sprachsensibles Forschendes Lernen* ist auch erklärtes Ziel des Dissertationsprojekts *doing science <> talking science*[3], in welches die vorliegende Arbeit eingebettet ist.

Eine Möglichkeit zur Sprachbildung im Kontext des Forschenden Lernens stellen Versuchsprotokolle dar, welche „im naturwissenschaftlichen Unterricht ohne Frage zu den am häufigsten von SchülerInnen produzierten Textsorten zählen“ (Ricart Brede 2014: 96). Einer textsortenbasierten sprachlichen Bildung wird dabei das Potential zugeschrieben, nicht nur fachtypische Denk- und Erkenntnisformen, sondern auch die zugehörigen Sprachhandlungen zu fördern (Beese/Roll 2015). Von dieser Annahme ausgehend intendiert diese Untersuchung, die mit dem Verfassen von Versuchsprotokollen einhergehenden (bildungs-)sprachlichen

[3] Dieses Dissertationsprojekt wird am AECC-Biologie der Universität Wien unter Leitung von Herrn Mag. Bernhard Müllner durchgeführt. Nähere Informationen dazu unter: https://aeccbio.univie.ac.at/forschung/naturwissenschaftliche-erkenntnisgewinnung/sprachsensibles-forschendes-lernen/ [14.12.2019]

Herausforderungen zu identifizieren und dadurch die Grundlage für die zukünftige Entwicklung sprachsensibler Unterstützungsangebote zu schaffen. Die Gliederung dieser Arbeit leitet sich aus dem genannten Forschungsvorhaben ab und soll im Folgenden kurz dargelegt werden.

Im ersten Teil der theoretischen Ausführungen wird der Versuch unternommen, die Sprachregister *Alltags*-, *Bildungs*- und *Fachsprache,* mit welchen sich die Lernenden in Schule und Unterricht laufend konfrontiert sehen, näher zu bestimmen sowie voneinander abzugrenzen. Da das Verfassen von Versuchsprotokollen hohe bildungssprachliche Anforderungen an die Lernenden stellt (Busch/Ralle 2013: 283), wird das Register Bildungssprache in den Fokus genommen und in Hinblick auf seine Funktionen und den sich daraus ergebenden Besonderheiten auf den einzelnen sprachlichen Ebenen beschrieben. Auf diesen linguistischen Erkenntnissen aufbauend wird im nächsten Kapitel das Konzept des sprachsensiblen Fachunterrichts eingeführt, wobei sich dessen Darstellung auf ausgewählte Leitprinzipien beschränkt, welche auch für das im Anschluss präsentierte Forschende Lernen als besonders relevant erachtet werden. Das Forschende Lernen wird in seinen Kernelementen erläutert, wobei dessen phasenartiger Ablauf (Martius et al. 2016: 227) für die Erkenntnismethode des Experiments ausdifferenziert wird, ehe diese Lern- und Lehrmethode zur Diskussion gestellt wird. Die Textsorte *Versuchsprotokoll* kann als verbindendes Element zwischen den angeführten sprach- und naturwissenschaftsdidaktischen Überlegungen verstanden werden und bildet folglich den Abschluss des Theorieteils. Dabei wird sowohl auf das didaktische Potential als auch auf die spezifischen sprachlich-konzeptionellen Merkmale des Versuchsprotokolls eingegangen, wodurch die Basis für die empirische Untersuchung gelegt wird. Im Zuge der empirischen Forschungsarbeit wurden insgesamt 48 Versuchsprotokolle aus der zehnten Schulstufe zweier Wiener Gymnasien in Hinblick auf (bildungs-)sprachliche und fachliche Hürden analysiert. Hierzu wurde ein im Zuge des zuvor erwähnten Dissertationsprojekts entwickeltes Analyseinstrument (Müllner/Möller angenommen) herangezogen, und die damit gewonnen Ergebnisse durch eine ergänzende qualitative Textdiagnose (vgl. Tajmel 2017) validiert. In der abschließenden Diskussion wird nach Erklärungsansätzen für die auf diese Weise aufgedeckten „Stolpersteine“ gesucht, bevor darauf aufbauend Empfehlungen für mögliche sprachsensible Unterstützungsangebote vorgebracht werden.

2. Sprachregister im Kontext von Lehren und Lernen

Ausgangspunkt für dieses Kapitel ist die grundlegende Feststellung, dass die Art der Sprachverwendung in Schule und Unterricht, z. B. in einem Lehrbuchtext oder anderen Arbeitsmaterialien, von „anderer Natur“ ist als die Art der Sprachverwendung in alltäglichen Kommunikationssituationen, z. B. bei einem Gespräch unter Freunden (Zydatiß 2010: 135).
In der Forschungsliteratur haben sich für die Beschreibung der unterschiedlichen Muster des Sprachgebrauchs die Begriffe der *sprachlichen Varietät* und des *Registers* durchgesetzt. Unter *Register* versteht man „spezifische Arten, wie Sprache verwendet wird, wie Inhalte und Informationen dargestellt und kommuniziert werden“ (Lange 2012: 123), wobei diese nach den Anforderungen bestimmter Situations- und Kommunikationstypen variieren und entsprechend funktional sind. Sprachvarietäten sind aus der Perspektive der Funktionalstilistik deshalb auch als „zweckbestimmte, kommunikationsbereichsbezogene Teilsprachen einer Einzelsprache“ (Hoffmann 2007: 2) definiert. Im Kontext von Schule und Unterricht kommen nach Meinung zahlreicher AutorInnen vor allem die Alltags-, Bildungs- und Fachsprache zum Einsatz, welche im Folgenden näher beschrieben werden sollen.

2.1 Alltagssprache

Nach Hoffmann (2007: 14) bezieht sich die Funktion von Alltagssprache auf den privaten, „ungezwungenen“ Kommunikationsbereich und besteht in erster Linie darin, ein „Kommunikationsmittel im privaten Umgang miteinander zu sein“ (ebd.). Die Alltagssprache, mitunter als Allgemeinsprache bezeichnet, umfasst somit jene sprachlichen Ausdrucksmittel, „die zur Bewältigung alltäglicher Kommunikation notwendig sind“ (Ahrenholz 2010: 16). Das alltagssprachliche Register ist durch Mündlichkeit geprägt und kann aufgrund der starken Bindung an die Situation sowie den Kontext als eine „Sprache der Nähe“ (Lange 2012, Schröter et al. 2011) bezeichnet werden.
Der Begriff *Sprache der Nähe* stammt von Koch und Oesterreicher (1985), welche diese dem Mündlichkeitspol entsprechende Sprache durch bestimmte Kommunikationsbedingungen charakterisieren: Die Kommunikation erfolgt dialogisch, die GesprächspartnerInnen sind sich dabei raum-zeitlich nahe und handeln spontan die Inhalte der Konversation aus, wobei die Rollenverteilung offen ist und ad hoc geregelt wird (ebd.: 19f). Die Interaktion ist in das Hier und Jetzt eingebettet, sodass sich die SprecherInnen auf einen gemeinsamen Kontext und ein gemeinsames Wissen beziehen können (Gogolin/Lange 2011: 112). In der alltagssprachlichen Kommunikation können deshalb auch sprachliche Phänomene auftreten, die in einem schriftsprachlichen Text eher als wenig angemessen bewertet werden würden, wie

beispielsweise der Einsatz deiktischer Mittel oder die Formulierung von grammatisch lückenhaften Äußerungen (Gogolin/Lange 2011: 112). Die Gegenstände der Kommunikation müssen dabei nicht immer benannt werden, sondern können auch durch den Einsatz von zeigenden Gesten ersetzt werden[4].

Die Alltagssprache kann auch insofern als eine Sprache der Nähe aufgefasst werden, als sie durch die Faktoren „keine Öffentlichkeit" (wenige an der Kommunikation Beteiligte) „Vertrautheit der PartnerInnen", „starkes Beteiligtsein" und „Emotionalität" geprägt ist (Koch/Oesterreicher 1985: 21). Nonverbale Kommunikationsmittel wie Gestik, Mimik und Intonation stellen dabei kommunikative Verfahren dar, die insbesondere der Affektivität gerecht werden (ebd.). Die Sprache der Nähe wird zum Aufbau und zur Pflege persönlicher Beziehungen sowie zur praktischen Organisation des Unterrichtsalltags eingesetzt (Schmölzer-Eibinger et al. 2013: 16). Der von Lange (2012: 124) verwendete, aus der alltäglichen Wahrnehmung herrührende Kunstbegriff *Schülerisch* verweist zudem auf die Annahme, dass Formen des alltagssprachlichen Registers den Kindern und Jugendlichen näher, im Sinne von eher vertraut und zugänglich, sind.

Alltagssprache begegnet man im Fachunterricht vor allem im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch (Chlosta/Schäfer 2014: 290) oder auch in einleitenden Texten in Lehrbüchern, in denen Alltagserfahrungen als Hinführung zu fachlichen Fragestellungen beschrieben werden (Leisen 2013a: 46). Das Maß, in dem SchülerInnen über alltagssprachliche Mittel verfügen, ist also für die Partizipation im naturwissenschaftlichen Unterricht hochrelevant. Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund bringen entsprechende Sprachkompetenzen „bis zu einem gewissen Grad und für bestimmte Domänen" (Ahrenholz 2010: 16) mit, wobei auf dieser Ebene gleichwohl mit Beschränkungen gerechnet werden muss. Hierbei suggeriert der Begriff *Alltagssprache* allerdings „eine Einheitlichkeit, die nicht besteht", da die SchülerInnen je nach Lebenswelt und Alter außerhalb des Unterrichts sehr unterschiedliche Spracherfahrungen sammeln (können) (Ahrenholz 2017: 13).

Alltagssprache lässt sich kaum isoliert betrachten und steht in einem mehr oder weniger engen Verhältnis zu anderen sprachlichen Varietäten, wobei vor allem eine Abgrenzung zur *Umgangssprache* Schwierigkeiten bereitet und die beiden Begriffe teils auch synonym verwendet werden (Schröter et al. 2011, Hoffmann 2007). Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist nach Schröter et al. (2011: 4), dass die Alltagssprache eine „relativ unmarkierte" Sprachform darstellt, welche von den SprecherInnen entsprechend als „normale",

[4] Grießhaber (2010: 45f.) spricht in diesem Zusammenhang auch vom *Modus des gestischen Sprechens*.

gesprochene Sprache wahrgenommen wird. Der Terminus *Alltagssprache* löst sich damit vom Kriterium der Formalität (Dichotomie gehoben vs. umgangssprachlich) und nimmt als *Nähesprache* die Unterscheidung zwischen konzeptioneller Schriftlichkeit bzw. Mündlichkeit stärker in den Fokus (siehe dazu Kapitel 3.1).

2.2 Bildungssprache

Der Begriff *Bildungssprache* wird in seinem Ursprung häufig auf Jürgen Habermas zurückgeführt, der diesen in seinem 1978 publizierten Artikel „Umgangssprache, Wissenschaftssprache, Bildungssprache" definitorisch festzulegen versucht. Für Habermas zeichnet sich Bildungssprache dadurch aus, „daß [sic!] sie grundsätzlich für alle offen steht, die sich mit den Mitteln der Schulbildung ein Orientierungswissen verschaffen können" (ebd.: 330). Die Funktion der Bildungssprache besteht darin, „Fachwissen in die einheitsstiftenden Alltagsdeutungen einzubringen" (ebd.), das heißt, sie nimmt eine „vermittelnde Position" zwischen der Umgangssprache und den Fachsprachen ein. Als *bildungssprachlich* werden nach Habermas folglich sprachliche Kompetenzen bezeichnet, mittels derer komplexe Sinnzusammenhänge durchdrungen und Informationen verarbeitet werden können und welche deshalb eine wesentliche Voraussetzung für die Partizipation an einer demokratisch organisierten Gesellschaft darstellen (Thürmann 2011: 4).

Den Ausgangspunkt für ein neues Verständnis des Begriffs *Bildungssprache* im wissenschaftlichen Sprachgebrauch seit Anfang des 21. Jahrhunderts bildeten internationale Schulleistungsstudien, deren Ergebnisse wiederkehrend verdeutlichten, dass zu den „Verlierern" im deutschen Bildungssystem vor allem SchülerInnen mit nichtdeutscher Erstsprache *und* einem niedrigen sozioökonomischen Hintergrund zählen (Gogolin/Lange 2011: 109). Während dieser Befund zunächst vor allem auf die Lebenslage sowie auf die spezifischen Bildungsvoraussetzungen von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund zurückgeführt wurde, etablierte sich auch ein Forschungszusammenhang, der von der Frage geleitet wurde, welche Merkmale der Bildungsinstitutionen und ihrer Praxis diese Benachteiligung mitverantworten:

> Grundannahme ist, dass spezielle Eigenschaften schulischen Sprachgebrauchs mitverantwortlich dafür sind, dass Kindern oder Jugendlichen Zugang zum schulisch relevanten Wissen eröffnet wird oder verschlossen bleibt. Je nach ihrer Lebenslage bringen die Lernenden sprachliche Bildungsvoraussetzungen in die Schule und den Unterricht mit, die diesen Eigenschaften näher oder ferner sind (Gogolin/Duarte 2016: 479).

Um „diese speziellen Eigenschaften schulischen Sprachgebrauchs" zu bezeichnen, wurde im Rahmen des deutschen Modellprogramms FörMig der Begriff der *Bildungssprache* wieder

aufgegriffen (Gogolin/Dirim et al. 2011), welcher inzwischen zu einer Art „Leitvokabel“ (Feilke 2012: 4) in der aktuellen bildungspolitischen Diskussion avanciert ist.

Bildungssprache bezieht sich auf einen Ausschnitt der allgemeinen Sprachfähigkeit, der seinen Einsatz in Kontexten formaler Bildung findet (Gogolin/Lange 2011: 107) und dazu dient, „das Wissen kennenzulernen und sich anzueignen, das mit Hilfe schulischer Bildung erlangt wird“ (Gogolin/Dirim et al. 2011: 16). Dieses Register ist nicht ausschließlich in Schule und Unterricht gebräuchlich, sondern wird beispielsweise auch „in anspruchsvollen Presseorganen, akademischen Vorträgen, in Büchern oder öffentlichen Verlautbarungen“ (Brandt/Gogolin 2016: 16) verwendet[5]. In Bildungskontexten besitzt die Bildungssprache jedoch eine besondere Bedeutung, da sie zugleich das Medium darstellt, auf welches Lernende zurückgreifen müssen, um die erfolgreiche Aneignung von Wissen nachzuweisen (Gogolin/Dirim et al. 2011: 16). Das bildungssprachliche Register prägt daher nicht nur Texte in Lehrwerken oder etwaige Unterrichtsmaterialien, sondern kommt auch in vielen Unterrichtsgesprächen und Prüfungen zum Einsatz.

Der Begriff *Bildungssprache* verweist somit auf das sprachliche Können, „über das ein Mensch verfügen lernen muss, wenn er auf Bildungserfolg Aussichten haben soll“ (ebd.: 14). Die Beherrschung bildungssprachlicher Mittel wird zu einer unabdingbaren Voraussetzung für gelingende Lehr- und Lernprozesse, was insbesondere für höhere Schulstufen gilt: „Je weiter eine Bildungsbiographie fortschreitet, je weiter sich der Unterricht in Fächer bzw. Fächergruppen ausdifferenziert, umso mehr wird das Register Bildungssprache verwendet und gefordert“ (Gogolin/Lange 2011: 111). In diesem Zusammenhang wird häufig auf das Konzept der *cognitive academic language proficiency* (CALP) verwiesen, welches vom kanadischen Erziehungswissenschaftler Cummins (u. a. 2000) begründet wurde und als Analogie zum deutschen Terminus *Bildungssprache* gehandelt wird. *CALP* bezeichnet abstrakte und kognitive Sprachkompetenzen, die zur Bewältigung der in schulisch-akademischen Kontexten gesetzten Anforderungen erforderlich sind und sich von den konversationalen Fähigkeiten der alltäglichen Kommunikation (*BICS*) unterscheiden.

Im Gegensatz zur Alltagssprache, bei welcher die basalen Verweisdimensionen Raum, Zeit und Person aus dem Kontext der Kommunikationssituation abgeleitet werden können, stellt Bildungssprache bzw. *academic language* „ein sprachliches Register kontextreduzierter Sprache“ (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 22) dar. Das heißt, dass sich die SprecherInnen nicht

[5] Dadurch unterscheidet sich die Bildungssprache von der *Schulsprache*, welche lediglich „auf das Lehren bezogene und für den Unterricht zu didaktischen Zwecken gemachte Sprach- und Sprachgebrauchsformen“ (Feilke 2012: 5) umfasst. Da die Schulsprache folglich als eine Teilmenge des bildungssprachlichen Registers aufgefasst werden kann, wird in der vorliegenden Arbeit nicht näher auf diese eingegangen.

auf einen unmittelbaren Erlebniskontext beziehen können, sondern die genannten Verweisdimensionen im Text durch bildungssprachliche Mittel hergestellt werden müssen. Dies gilt auch für mündliche Texte, wenn beispielsweise über Vergangenes, nicht präsente Gegenstände oder Abstraktes gesprochen wird (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 21). Der Einsatz der Bildungssprache dient folglich dazu, „gemeinsame, universale Bedeutungen zu konstruieren" (Gogolin/Lange 2011: 112).

Mit Verweis auf das Modell von Koch und Oesterreicher (1985) kann Bildungssprache auch als eine *Sprache der Distanz* verstanden werden. Kommunikationsbedingungen, die distanzsprachliche Äußerungen bedingen, sind unter anderem „Monologizität", „kein Sprecherwechsel", „Fremdheit der Partner", „Öffentlichkeit", „Reflektiertheit" und „geringes Beteiligtsein" (Koch/Oesterreicher 1985: 21). In diesem Sinne ist Bildungssprache ein *deskriptiver* Begriff, da er bestimmte Versprachlichungsstrategien bezeichnet, mithilfe derer von räumlich-zeitlicher und sozialer Distanz geprägte Kommunikationssituationen bewältigt werden (Lange 2012: 126).

Als Sprache der Distanz orientiert sich Bildungssprache an den Normen der Schriftsprachlichkeit: „Verkürzt, aber griffig ist die Formel, dass bildungsspezifische Sprache mehr mit den Merkmalen der Schriftsprache gemeinsam hat als mit Mündlichkeit – auch dann, wenn es um die gesprochene Sprache des Unterrichts geht" (Gogolin/Dirim et al. 2011: 15). Diesen Aspekt hat bereits Habermas (1978: 330) aufgegriffen, indem er Bildungssprache durch „die Disziplin des schriftlichen Ausdrucks und durch einen differenzierten, Fachliches einbeziehenden Wortschatz" von der Umgangssprache abgrenzt.

Thürmann (2011: 4) bezeichnet Bildungssprache auch als die „Schnittmenge der Unterrichtssprachen" (*language across the curriculum*), welche das „gemeinsame Fundament des fachunterrichtlichen Sprachgebrauchs" bildet. Dennoch ist ein wichtiges Charakteristikum von Bildungssprache, dass sie sich mit der Zeit in unterschiedliche Sub-Register ausdifferenziert (Gogolin/Dirim et al. 2011: 16). Riebling (2013: 38) erklärt dies damit, dass es mit der Spezialisierung des Unterrichts in Fächer bzw. Fächergruppen (Domänen) zu einer Überformung der „allgemeinen Bildungssprache" kommt: Mit der Orientierung der Fächer an unterschiedlichen wissenschaftlichen Bezugsdisziplinen finden auch die sprachlichen Mittel, derer sich diese bedienen, Eingang in die schulische Bildungssprache. Somit erklärt sich auch, warum der Aufbau bildungssprachlicher Kompetenzen nicht auf die Sprachenfächer ausgelagert werden kann, sondern fachsprachliche Varietäten nur innerhalb ihres Fachbereichs situationsgerecht vermittelt werden können (Budde/Michalak 2014: 20). Die Förderung von

Bildungssprache ist somit auf ein koordiniertes Zusammenspiel aller Schulfächer im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung (siehe Kapitel 4.1) angewiesen.

2.2.1 Die Funktionen von Bildungssprache

Die Strukturen und Formen des bildungssprachlichen Registers werden von dessen spezifischen Funktionen bestimmt. In ihrem Versuch, aktuelle Perspektiven auf *Bildungssprache* zusammenzufassen und diesen Begriff näher zu konzeptualisieren, differenzieren Morek und Heller (2012) folgende drei Funktionen:

- *Kommunikative Funktion*: Bildungssprache als Medium des Wissenstransfers
- *Epistemische Funktion*: Bildungssprache als Werkzeug des Denkens
- *Soziale Funktion*: Bildungssprache als Eintritts- und Visitenkarte

Die nachstehende Betrachtung von Bildungssprache unter *funktionalem* Blickwinkel wird sich an dieser heuristischen Dreiteilung orientieren.

2.2.1.1 Die kommunikative Funktion

Fasst man Bildungssprache als eine funktionale Sprachvarietät auf, so gilt zu ergründen, „was bestimmte typisch bildungssprachliche Mittel für das kommunikative Handeln in Schul- und Bildungszusammenhängen inhärent funktional macht“ (Morek/Heller 2012: 70). Die bereits angeführten Bedingungen bildungssprachlicher Kommunikationssituationen lassen darauf schließen, dass die kommunikative Funktion von Bildungssprache im Kern darin besteht, „hoch verdichtete, kognitiv anspruchsvolle Informationen in kontextarmen, formellen Konstellationen zu übermitteln“ (Brandt/Gogolin 2016: 8). Bildungssprache fungiert als „Medium des Wissenstransfers“ (Morek/Heller 2012), denn „[k]omplexe Inhalte verlangen eine dem Nachvollzug solcher komplexen Handlungen ermöglichende Sprache“ (ebd.: 74).
Wichtige kommunikative Parameter der Bildungssprache ergeben sich nach Riebling (2013: 37) vor allem durch deren Orientierung am Schriftsprachgebrauch und sind Verdinglichung, Endgültigkeit, hohe Informationsdichte und Kompaktheit. Die relative Situationsentbindung macht diese Merkmale nicht nur notwendig, sondern aufgrund der Entkoppelung von Produktion und Rezeption auch planbar (Koch/Oesterreicher 1985: 22). Dabei lassen sich bildungssprachliche Merkmale laut Feilke (2012: 10) nach einem Inhaltsaspekt (Aussageinformation) und einem Beziehungsaspekt (Sprecherabsicht) der Kommunikation unterteilen. Den Inhaltsaspekt betreffend, geht es darum, die Sachverhalte für die RezipientInnen möglichst nachvollziehbar und explizit darzustellen (*Explizieren*). Des Weiteren zielt die Bildungssprache darauf ab, bekannte Informationen „sprachlich zu

verdichten, um Bekanntes in neue Aussagen integrieren zu können“ (Feilke 2012: 10). Auf der Beziehungsebene meint die Funktion des *Verallgemeinerns* die Entpersonalisierung und Abspaltung aller individueller und situativer Bezüge, wodurch „sprachlich die Voraussetzung für Erkenntnis und Erkenntniskommunikation“ geschaffen wird (ebd.: 10). Unter *Diskutieren* versteht Feilke (ebd.: 9) schließlich die bildungssprachliche Leistung, Sachverhalte als hypothetisch, vorläufig und diskussionswürdig darzustellen.

2.2.1.2 Die epistemische Funktion

Um den pädagogischen Stellenwert bildungssprachlicher Kompetenzen darzustellen, greift Thürmann (2011: 6) unter anderem auf das „kognitionsrelevante Argument“ zurück und meint damit, dass sich Wissen und Denken nicht einfach vom Sprachlichen trennen lassen: Kognitive Operationen, Wissensstrukturen und sprachliche Prozeduren sind auf das Engste miteinander verwoben. „Sich bildungssprachlich auszudrücken, erfordert eine hohe kognitive Involvierung“, stellen Brandt und Gogolin (2016: 17) fest, denn bildungssprachliche Mittel geben dem Nachdenken über fachliche Zusammenhänge „erst eine adäquate Form“ (Ahrenholz 2017: 14). Bildungssprache in ihrer epistemischen Funktion ist somit „Ausdruck jener sprachlichen bzw. kommunikativen Anforderungen in fachlichen Lernkontexten, hinter denen sich komplexe Herausforderungen in der Verwendung von Sprache als kognitivem Werkzeug verbergen” (Vollmer/Thürmann 2010: 110). „Wer Bildungssprache adäquat verwenden kann, der ist auch in der Lage zu den damit in Zusammenhang stehenden komplexen kognitiven Operationen (wie z. B. Abstraktion, Verallgemeinerung, Kausalität)“, schlussfolgern auch Morek und Heller (2012: 75). Insbesondere in den höheren Schulstufen wird „ein an den kognitiven Anforderungen der Fächer orientierter Sprachgebrauch verlangt“ (Riebling 2013: 35), wobei die bildungssprachlichen Formen „zwar nicht eigens für das Lernen ‘gemacht‘ sind, aber epistemisch ‘genutzt‘ werden“ (Feilke 2012: 6). In der folgenden Definition von Bildungssprache legt Feilke den Fokus auf die bestimmten Formen sprachlichen Handelns (siehe auch Kapitel 4.3.3), welche mithilfe bildungssprachlicher Mittel realisiert werden können:

> Bildungssprache ist nicht die Sprache der Kommunikation auf dem Schulweg, dem Schulhof oder im Lehrerzimmer. Was unter dem Stichwort „Bildungssprache“ in den Blick genommen wird, das sind die besonderen sprachlichen Formate und Prozeduren einer auf Texthandlungen wie Beschreiben, Vergleichen, Erklären, Analysieren, Erörtern etc. bezogenen Sprachkompetenz, wie man sie im schulischen und akademischen Bereich findet (Feilke 2012:5).

Entscheidend ist, dass die SchülerInnen, indem sie sich bildungssprachliche Mittel sowohl rezeptiv als auch produktiv aneignen, lernen, in die kognitiven und kommunikativen Praktiken

bestimmter fachlicher Gemeinschaften hineinzuwachsen (Morek/Heller 2012: 75). Die Untersuchungsergebnisse von Cummins (2000: 58) haben allerdings aufgezeigt, dass der Erwerb dieser kognitiv anspruchsvollen, bildungssprachlichen Fähigkeiten (CALP) in der Zweitsprache zwischen fünf und acht Jahren bedarf, während alltagssprachliche Kompetenzen (BICS) bereits in einem Zeitraum von bis zu zwei Jahren erlangt werden. Diese Annahmen unterstreichen die Notwendigkeit kontinuierlicher bildungssprachlicher Unterstützungsangebote (siehe Kapitel 4.1), damit den SchülerInnen Bildungssprache als „Werkzeug des Denkens" (Morek/Heller 2012) zugänglich wird.

2.2.1.3 Die soziale Funktion

Bildungssprache ist eine Art der Sprachverwendung, „die durch Traditionen, Auftrag und Intentionen der Bildungseinrichtungen selbst geprägt ist" (Gogolin/Dirim et al. 2011: 16). Die Institution Schule wird dadurch zu einem „ganz eigenen sprachlichen Handlungsraum" (Schmölzer-Eibinger 2013: 26), indem sie spezifische Formen des Sprachgebrauchs schafft, die zum großen Teil fächerübergreifend sind, auf Lernprozesse abzielen und in diesem Sinne *bildungssprachlich* sind (Feilke 2012: 5).

Obwohl die Beherrschung von bildungssprachlichen Kompetenzen von „erfolgreichen Schülerinnen und Schülern" vorausgesetzt wird, wird der Anspruch, sich des entsprechenden Registers zu bedienen, häufig nicht explizit gemacht, „sondern schwingt implizit in der Art der Kommunikation mit" (Gogolin/Lange 2011: 111). Vollmer und Thürmann (2010: 3) verwenden in diesem Zusammenhang auch den Begriff der *Geheimsprache* und sehen das schulsprachliche Register als eigentliches, aber *geheimes Curriculum* der Institution Schule, „das bislang kaum transparent und eindeutig kodifiziert ist und an dem sich viele Lernende mächtig reiben oder gar scheitern". Es hat sich nicht nur auf Ebene der Schule, sondern auch innerhalb der einzelnen Fächer eine eigene „Sprachwelt" – eine „spezifische Kultur der mündlichen und schriftlichen Kommunikation" (Leisen 2013a: 49) - entwickelt, in welche die SchülerInnen eingeführt werden müssen.

In einer Schule mit monolingualem Selbstverständnis bzw. *Habitus* (Gogolin 1994) wird jedoch erwartet, dass alle nötigen sprachlichen Voraussetzungen außerhalb der Schule erworben werden bzw. dass Fehlendes durch die Unterrichtsprozesse implizit aufgeholt wird (Gogolin/Dirim et al. 2011: 17). Diese „tief in unserem Bildungssystem verwurzelte Annahmen" (ebd.) zählen zu jenen Mechanismen, die zur sozialen Selektivität des Bildungswesens beitragen. Schmölzer-Eibinger (2013: 26) schreibt der Bildungssprache in

diesem Zusammenhang eine „Selektionsfunktion“ zu, Morek und Heller (2012: 78) sprechen auch von einer „ungleichheitsreproduzierenden Funktion“.

Dem Begriff *Bildungssprache* haftet somit eine normative Bedeutung an, da er dasjenige Register bezeichnet, „das der Verteilung von Lebenschancen dient“ (Petersen/Tajmel 2015: 87) und damit für die Lernenden zur „Eintrittskarte“ (Morek/Heller 2012) zu höheren Bildungsgängen wird. Auch wenn das Bildungswesen ein „weitgehendes Monopol“ auf das Register Bildungssprache besitzt (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 22), entscheiden bildungssprachliche Fähigkeiten nicht nur über erfolgreiche Bildungsabschlüsse, sondern spielen in weiterer Folge auch außerhalb des Bildungskontextes eine wesentliche Rolle für die Teilhabe an den unterschiedlichen Domänen des sozialen, gesellschaftlichen und intellektuellen Lebens.

Der Gebrauch der Bildungssprache fungiert zugleich auch als „Visitenkarte“, das heißt als Mittel zur Selbstpositionierung und Ausdruck von Identität: „Wer ‚Bildungssprache‘ verwendet, gibt sich als *member* einer ‚bildungsnahen‘ akademisch orientierten *community* (zu erkennen), und definiert die vorliegende Kommunikationssituation als eine, in der man sich auf ‚gebildete‘ Weise an der Darlegung oder Diskussion eines Sachverhaltes beteiligt“ (Morek/Heller 2012: 79).

2.3 Fachsprache

Es liegt bisher keine eindeutige Definition von *Fachsprache* vor, zu vielschichtig sind die verschiedenen Forschungsansätze, die sich innerhalb der Fachsprachenforschung etabliert und zu jeweils eigenen (systemlinguistischen, pragmalinguistischen und kognitionspsychologischen) Fachsprachenkonzeptionen geführt haben (Roelcke 2010: 13f.).

Als Ausgangspunkt für die folgenden Überlegungen wird die systemlinguistische Definition von Fachsprache nach Hoffmann herangezogen (1987: 53): „Fachsprache – das ist die Gesamtheit aller sprachlichen Mittel, die in einem fachlich begrenzbaren Kommunikationsbereich verwendet werden, um die Verständigung zwischen den in diesem Bereich tätigen Menschen zu gewährleisten.” Die Fachsprache stellt demnach „eine mehr oder weniger explizite Übereinkunft der Experten in der jeweiligen Disziplin dar“ (Schmiemann 2011: 116) und ermöglicht, Informationen effizient, kontextunabhängig und intersubjektiv zwischen den Beteiligten auszutauschen (ebd.). Als entsprechende funktionale Eigenschaften von Fachsprachen nennt Roelcke (2010: 24ff.) Deutlichkeit, Verständlichkeit und Ökonomie, außerdem diene diese Varietät dazu, fachliche Texte zu anonymisieren und Identität zu stiften.

Im Kontext von Schule und Unterricht wird Fachsprache unterschiedlich thematisiert. Nach

Ahrenholz (2010: 16) bezeichnet sie „diejenigen sprachlichen Mittel, die für ein bestimmtes Schulfach typisch sind“, wobei Chlosta und Schäfer (2014: 292) auf eine notwendige Differenzierung zwischen der Fach*unterrichts*sprache als Grundlage des schulischen Handelns und der Fachsprache als übergeordnetes Lernziel hinweisen. Wird Fachsprache nun über ihre Bindung an die Kommunikation unter Fachleuten bestimmt (Grießhaber 2010: 39), so kann die Sprache im Unterricht insofern als Fachsprache verstanden werden, als „sie (im Idealfall) zur Verständigung (sprachkompetenter) SchülerInnen untereinander oder mit Lehrenden über fachliche Gegenstände dient“ (Drumm 2016: 11). Diese Kommunikation über fachliche Inhalte im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts mag zwar „keine direkte Spiegelung der Fachkommunikation in den Wissenschaften“ (Nitz 2016a: 465) sein, orientiere sich aber dennoch an „fachlichen Gegebenheiten“ (ebd.). Folglich bildet die Kompetenz, „die Fachsprache auf angemessenem Niveau zu verstehen und selbst verwenden zu können“ (Rincke 2010: 236), einen wesentlichen Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung (ebd.).

Nach diesem ersten Versuch, den Begriff *Fachsprache* definitorisch abzugrenzen, stellt sich nun die Frage, durch welche sprachlichen Merkmale dieses Register gekennzeichnet ist. Als eines der häufigsten Missverständnisse sehen Ohm et al. (2007: 99) dabei die Auffassung, die Fachsprache sei nicht mehr als „die Summe aller Fachwörter eines Faches“, wobei die AutorInnen einräumen, dass sich dieses Register auf lexikalischer Ebene am deutlichsten manifestiert. Diese Tendenz zur Gleichsetzung von Fachsprache und Fachwortschatz erscheint auch insofern nachvollziehbar, als „es doch häufig Nichtfachleuten unbekannte Fachbegriffe [sind], an denen das Verständnis fachlicher Texte scheitert“ (Nitz 2016a: 464). Rincke (2010: 235) versteht domänenspezifische Begriffssysteme zudem als „Teil der kulturellen Identität einer jeden wissenschaftlichen Disziplin“ und als Voraussetzung dafür, dass „Fakten und Methoden konsensfähig kommuniziert und Geltungsansprüche von Aussagen eingegrenzt werden können“. Das Fachvokabular kennzeichnet die Fachsprache innerhalb einer Disziplin allerdings noch nicht erschöpfend, sondern es müssen auch die jeweiligen SprecherInnen, deren Intentionen und Situationen mitberücksichtigt werden:

> Die Fachsprache einer Disziplin ist demnach durch ein bestimmtes Fachvokabular, ein sprachliches Inventar, um Fachvokabeln untereinander zu verbinden, und die Rücksichtnahme auf die jeweils vorliegende Kommunikationssituation gekennzeichnet (Rincke 2010: 238).

Rösch (2013: 22) hebt hervor, dass die Fachsprache weder über eine eigene Syntax noch über eine eigene Lexik außerhalb der eng begrenzten Fachlexik verfügt, sondern die in der Sprache vorhandene Formen und Bedeutungen aufgreift und in spezifischer Weise nützt. Chlosta und Schäfer (2014: 290) stimmen zu, dass die Fachkommunikation in der Grammatik weder zu

Teilsystemen noch zu allgemeinen Erweiterungen führt, auf der Ausdrucksebene allerdings einige grammatisch-syntaktische Konstruktionen erkennbar sind, „die auch wenn sie in der mündlichen Alltagssprache vorkommen können, doch von der Frequenz und der Konstitutivität her eben der schriftlichen Fachsprache zuzuordnen sind und mehrsprachigen Schülern entsprechende Schwierigkeiten bereiten“. Neben dem Einsatz von Fachtermini und spezifischen Kollokationen sieht Ahrenholz (2010: 16) die Eigenheiten des fachsprachlichen Registers vor allem im Bereich fachspezifischer Diskurse und Textsorten angesiedelt. Rösch (2013: 22) sowie Pineker-Fischer (2017: 65) folgern daraus, dass die Vermittlung von fachsprachlichen Kompetenzen nur bedingt auf fächerübergreifende Angebote zur Förderung von Fachsprache übertragen werden kann, und somit zentrale Aufgabe des Fachunterrichts selbst ist.

Während sich LehrerInnen meistens über das Vermittlungsproblem von Fachbegriffen bewusst sind und diese auch zum Lehr- und Lerngegenstand machen, werden andere sprachliche Mittel (z. B. Adverbien, Adjektive) und Strukturen kaum als registertypisch wahrgenommen. Die Hauptschwierigkeit der Fachsprache und Fachtexte liegt Zydatiß (2010: 147) zufolge jedoch im „Abstraktionsgrad der Darstellung“ und der „Informationsdichte“, welche sich unter anderem im Ausmaß der expliziten wie impliziten logischen Verknüpfungen sowie im Verzicht auf Redundanzen zeigen.

Des Weiteren ist der fachliche Diskurs im naturwissenschaftlichen Kontext insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass nicht nur verbalsprachliche Mittel (die sogenannte „Fachsprache im engeren Sinn“), sondern auch eine Vielzahl an Repräsentationen eingesetzt werden, um naturwissenschaftliche Erkenntnisse ökonomisch und präzise zu kommunizieren (Nitz et al. 2012: 120). In der Biologie wird beispielsweise mit Naturobjekten, Zeichnungen, Diagrammen oder Fachtexten gearbeitet, wobei es für die Klassifikation dieser Repräsentationen bisher keine universell akzeptierte Taxonomie gibt (Krey/Schwanewedel 2018: 161).

Leisen (2005a: 2ff., 2013a: 35ff.) zufolge sind die verschiedenen Repräsentationen auf mehreren Darstellungsebenen zu verorten, die sowohl in Bezug auf den Abstraktionsgrad als auch die eingesetzte Sprachform differieren, wie in Abbildung 2 (S. 16) ersichtlich.

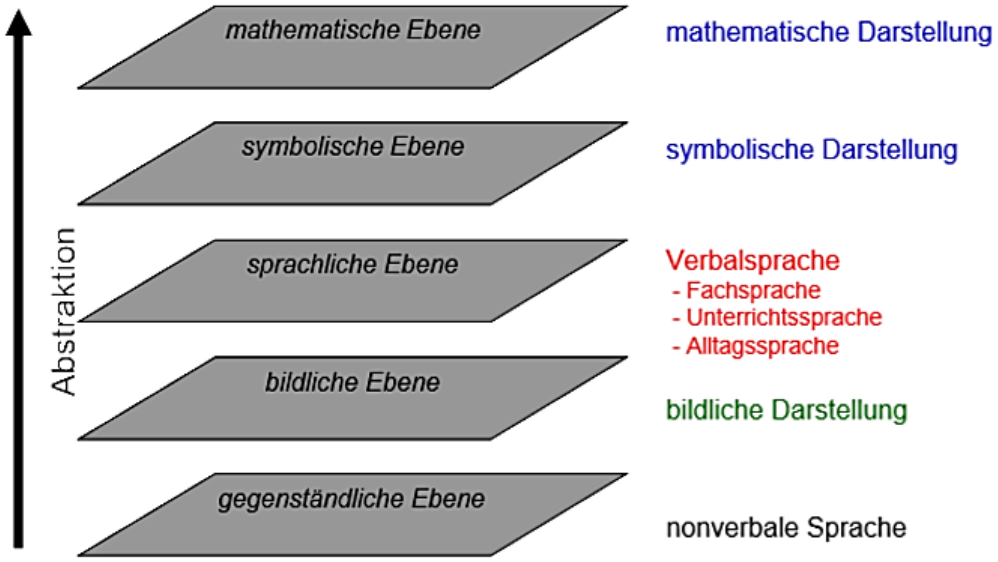


Abbildung 2 Darstellungsebenen und Sprachformen im Fachunterricht (Leisen 2005b: 8)

- Die *gegenständliche* Ebene weist den niedrigsten Abstraktionsgrad auf, die Darstellung ist konkret und handgreiflich, zum Beispiel in Form von Gegenständen, Experimenten oder Handlungen (Leisen 2013a: 35). Diese Ausdrucksmittel bedienen sich der nonverbalen Sprache und eignen sich daher insbesondere für SchülerInnen mit geringen sprachlichen Voraussetzungen.
- Auf der *bildlichen* Ebene kommt die Bildsprache, eine spezifische Ausprägung der nonverbalen Sprache, zum Einsatz (Leisen 2013a: 36). Nitz et al. (2012: 121) unterscheiden zwischen *realistischen* Bildern, welche in ihrer Struktur konkret mit dem repräsentierten Gegenstand übereinstimmen (z. B. Fotografien, Skizzen oder Schemazeichnungen), und *logischen* Bildern. Letztere zeigen eine „abstraktere Form der Bildhaftigkeit“ und bilden die „logischen Relationen zwischen Merkmalen des Gegenstandes“ ab, z. B. in Form von Linien-, Säulen- oder Flussdiagrammen (ebd.).
- Auf der *sprachlichen* bzw. *verbalen* Ebene werden Nitz et al. (2012: 121) zufolge zum einen Fachbegriffe verwendet, „um biologische Konzepte zu benennen“, zum anderen auch Fachtexte als „zusammenhängende, sachlogisch gegliederte und abgeschlossene sprachliche Äußerungen“, wie z. B. Schulbuchtexte, Lexikonartikel oder von den Lernenden selbst verfasste Texte. Leisen (2013a: 36) siedelt auf dieser Ebene die Register der *Alltagssprache*, *Unterrichtssprache* und *Fachsprache* an, welche die „bevorzugte Darstellungsform“ der Texte auf verschiedenem Sprachniveau auszudrücken vermögen.
- Als *symbolische* Darstellungen geben Nitz et al. (2012: 121) Symbolisierungsformen wie Strukturformeln, Reaktionsgleichungen oder Summenformeln an. Leisen (2013a: 36)

hingegen verortet Darstellungsformen wie Formeln oder Gesetze auf der *mathematischen* Ebene, welche sich der mathematischen Sprache bedient und von den Lernenden das höchste Abstraktionsvermögen abverlangt.

2.4 Von der Alltagssprache über die Bildungssprache hin zur Fachsprache

Eine grundlegende Bedingung für Bildungserfolg ist, die Verbindung von Inhalt und Sprache zu beherrschen (Lange 2012: 123), das heißt mentale Repräsentationen und sprachliche Zeichen bzw. Konzept- und Begriffslernen zueinander in Beziehung setzen zu können (Gebhard et al. 2017). In den bisherigen Ausführungen sollte deutlich geworden sein, dass hierbei sowohl die Alltags-, als auch die Bildungs- und Fachsprache eine Rolle spielen. Ebenso sollten die Schwierigkeiten angedeutet werden, welche mit dem Versuch, Fachsprache im schulischen Bereich zu bestimmen, einhergehen.

Da die Fachsprache auch bildungssprachliche Mittel umfasst, sind die Übergänge zwischen diesen beiden Registern fließend und es stellt sich die Frage, inwiefern eine genaue theoretische Definition für die schulische Praxis relevant ist (Pineker-Fischer 2017: 65). Vor allem (aber nicht ausschließlich) in älteren Publikationen (z. B. Ohm et al. 2007, Roelcke 2010, Chlosta/Schäfer 2014) werden fächer*übergreifende* Merkmale von Fachsprachen auf der Ebene der Lexik, der Grammatik und des Textes ausgemacht. Die vorliegende Arbeit orientiert sich hingegen an der Definition von Fachsprache als „jene spezifischen Ausdrucksmittel, die innerhalb einer fachlichen Disziplin bzw. eines fachlichen Diskurses verwendet werden“ (Schmölzer-Eibinger et al. 2013: 14). Fachsprachliches ist Teil des Schulalltags, „soweit fachliche Gegenstände, ihre Merkmale und die Handlungen, in die sie eingebunden sind, betroffen sind“ (Ahrenholz 2017: 13). Der Begriff *Fachsprache* suggeriert folglich eine enge Bindung an das Fach und wird als fach*spezifisch* verstanden, während *Bildungssprache* auf eine fächer*übergreifende* Sprachverwendung in allen Bildungskontexten verweist (Rösch 2013: 34). Die Vorstellungen von einer zielführenden und effektiven Gestaltung der Sprachbildung und die Wahl eines entsprechenden Sprachbildungskonzeptes hängen maßgeblich davon ab, in welche Beziehung man die einzelnen Sprachregister zueinander setzt (Lange 2012: 127). Stellt Bildungssprache nicht nur das *Lernmedium*, sondern auch das *Lernziel* allen Unterrichts dar (Petersen/Tajmel 2015, Lange 2012), so geht es folglich um den Übergang von einer alltäglichen *Sprache der Nähe* hin zu einer *Sprache der Distanz* (Koch/Oesterreicher 1985). Pineker-Fischer (2017: 81) geht dabei von einem kontinuierlichen Anstieg des kognitiv sprachlichen Niveaus von der Alltagssprache über die Bildungssprache zur Fachsprache aus: Die Alltagssprache stellt die Grundlage für den Erwerb von Bildungssprache dar, welche

wiederum als „Brücke“ zur Fachsprache verstanden wird. Somit sei es die „Hauptaufgabe der Bildungssprache zwischen Wissenschaft bzw. speziellem Sphärenwissen und Alltag zu vermitteln“ (Ortner 2009 zit. nach Feilke 2012: 6), wobei mit der Komplexitätszunahme der zu vermittelnden Inhalte auch die Notwendigkeit steigt, auf das fachsprachliche Register zurückzugreifen (Pineker-Fischer 2017: 81). Den Lehrerinnen und Lehrern kommt dabei der didaktische Auftrag zu, „die Schüler beim allmählichen Übergang zu einer stärker fachsprachlichen Ausdrucksweise zu begleiten“ (ebd.: 67).

Schmölzer-Eibinger (2013: 28) stellt ebenso die These auf, dass der fachliche Kompetenzerwerb aufgrund der steigenden fachlichen Komplexität einen kontinuierlichen Ausbau der literalen Fähigkeiten auf allen Schulstufen erfordert. Eine dauerhafte Verharrung in der Alltagssprache würde der Autorin (2013: 28) zufolge dazu führen, dass wissenschaftliche Ideen undeutlich bleiben und die SchülerInnen kaum Gelegenheiten erhalten, bildungssprachliche Kompetenzen zu erwerben. Dennoch muss die Lehrkraft bei der Nutzung einer fachlich orientierten Unterrichtssprache sicherstellen, „keine Schülerinnen und Schüler allein auf Grund der sprachlichen Fähigkeiten ‚abzuhängen‘“ (Chlosta/Schäfer 2014: 283).

Die empirischen Ergebnisse von Rincke (2010: 257) jedoch können „die Annahme einer sich stetig fortentwickelnden, von der Alltagssprache ausgehenden und durch ‚Ausschärfung‘ und ‚Präzisierung‘ sich zur Fachsprache erhöhenden Sprachkompetenz“ nicht stützen, sondern legen nahe, beide Register als für sich entwicklungsfähig anzusehen und auch die besonderen Ausdrucksmöglichkeiten der Alltagssprache in den Blick zu nehmen. In der unterrichtlichen Kommunikation kann ein Austausch auf alltagssprachlichem Niveau sinnvoll und funktional sein, vor allem wenn es darum geht, sich neue fachliche Inhalte zu erschließen:

> Man muss sich vergegenwärtigen: Sachlich und fachlich angemessene Ausdrucksweisen sind hilfreich für die Verständigung zwischen Experten, und dafür sind sie auch gemacht. Sie sind deshalb Ergebnis von Lernprozessen – aber nur begrenzt hilfreich dafür, einen Inhalt, eine Sache erstmals zu begreifen (Brandt/Gogolin 2016: 18).

Die wichtige Rolle des alltagssprachlichen Registers für die Aneignung neuer fachlicher Konzepte wird auch bei Gebhard et al. (2017: 109) hervorgehoben:

> Die Entwicklung fachsprachlicher Begriffe kann vom Gebrauch der Alltagssprache kaum losgelöst werden, weil die Semantik der Alltagssprache gerade nötig ist, um sich eine fachliche Semantik anzueignen. Das Lernen über Konzepte in den Naturwissenschaften muss in einer Sprache erfolgen, die den Schülerinnen und Schülern bereits verfügbar ist.

Dabei konstruieren SchülerInnen Sinn nicht nur, indem sie auf eine Sprache zurückgreifen, die ihnen verfügbar ist, sondern sie beziehen sich auf der Konzeptebene ebenso auf analoge Bereiche ihrer Alltagserfahrung. Die Fachsprache dient hingegen dazu, ein Lern*ergebnis* auszudrücken, da sie sich gerade durch die fachspezifische Präzision bei der Ein- und

Abgrenzung von Bedeutungen auszeichnet, sodass ihr adäquater Einsatz als Ergebnis bereits gelungener Lernprozesse zu betrachten ist (Gebhard et al. 2017: 109). Auch Zydatiß (2010: 138f.) sieht den abstrakten Fachbegriff als „semantische Kurzschrift“ für einen komplexen, generalisierten Sachverhalt: „Wer bis zum abstrakten Fachterminus gekommen ist und diesen verstanden hat, kann in aller Regel auch das zugrunde liegende Phänomen in anderen Zusammenhängen erläutern und mit dem Begriff weiter arbeiten“.

Erfolgreiches Lernen in den Naturwissenschaften zeichnet sich folglich dadurch aus, „dass Konzepte und Sprechweisen des Alltags nicht einfach überwunden, sondern durch fachlich angemessene ergänzt werden“ (Gebhard et al. 2017: 111). Die pädagogische Begleitung sollte dabei auf die Fähigkeit abzielen, „Register bewusst wahrzunehmen, ihre Funktion(en) zu durchschauen und situativ bedingt zwischen ihnen zu wählen und zu wechseln“ (Vollmer/Thürmann 2013: 54).

Bei der Aneignung erforderlicher bildungssprachlicher Kompetenzen stehen „Erwerben“ und „Lernen“ zudem in einem komplementären Verhältnis, das bedeutet: SchülerInnen erwerben sprachliche Handlungsmuster einerseits durch modellhafte Sprachverwendung in möglichst authentischen und für sie bedeutsamen Situationen, zum anderen sind sie auch auf bewusstmachende (metasprachliche) Lernprozesse angewiesen, um die verschiedenen Register voneinander abgrenzen und je nach Situation angemessen einsetzen zu können (ebd.).

3. Die Merkmale der Sprache(n) der Schule

In den vorhergehenden Kapiteln wurde vor allem auf den kommunikativen Kontext sowie auf die Funktionen von Bildungssprache eingegangen. Im Folgenden soll nun aus linguistischer Perspektive herausgearbeitet werden, mit welchen sprachlichen sowie übersatzmäßigen Mitteln und Strukturen das bildungssprachliche Register den Anforderungen der „Wissensdarstellung und -kommunikation“ (Feilke 2012: 10) nachkommt. Bislang ist noch unzureichend empirisch geklärt, welche dieser spezifischen bildungssprachlichen Merkmale Hürden für anderssprachige oder bildungsbenachteiligte Kinder und Jugendliche darstellen (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 23), weshalb mögliche Schwierigkeiten lediglich angedeutet werden können.

3.1 Erste Annäherung: Merkmale von Schriftlichkeit und Mündlichkeit

Die Charakteristika der Sprachen der Schule können zunächst anhand der Differenzierung von Sprache im Modus der Mündlichkeit und Sprache im Modus der Schriftlichkeit näher erläutert werden. Die besondere Affinität, welche zwischen dem alltagssprachlichen Register und Mündlichkeit einerseits und dem bildungs- bzw. fachsprachlichen Register und Schriftlichkeit andererseits herrscht, wurde bereits angedeutet, wobei in diesem Zusammenhang auch die Bezeichnungen *Sprache der Nähe* und *Sprache der Distanz* (Koch/Oesterreicher 1985, 1994) eingeführt wurden.

Wenn von Schriftlichkeit und Mündlichkeit gesprochen wird, ist es entscheidend, die doppelte Bedeutung dieser beiden Begriffe im Blick zu behalten (ebd.). Sprachliche Äußerungen sind zunächst in Bezug auf das *Medium* mündlich oder schriftlich, sie werden durch den phonischen Code (Laute) oder durch den graphischen Code (Schriftzeichen) realisiert. Hinsichtlich der *Konzeption*, also des Modus oder der Ausdrucksweise des Textes, kann eine weitere Unterscheidung zwischen konzeptioneller Mündlichkeit bzw. konzeptioneller Schriftlichkeit vorgenommen werden. Zum Beispiel wird ein Referat oder ein Vortrag in der Regel mündlich realisiert, der Sprecher oder die Sprecherin wählt jedoch gewisse Formulierungen, die eher an die geschriebene Sprache angelehnt und somit als konzeptionell schriftlich zu bewerten sind.

In Hinblick auf das Medium sind die Begriffe *mündlich* und *schriftlich* als Dichotomie zu verstehen, das heißt ein Text wird entweder durch den phonischen *oder* den graphischen Code umgesetzt. Die Konzeption betreffend bilden konzeptionelle Mündlichkeit (*Nähe*) und konzeptionelle Schriftlichkeit (*Distanz*) hingegen die Pole eines Kontinuums mit zahlreichen möglichen Abstufungen (Koch/Oesterreicher 1985: 17), zwischen welchen die unterschiedlichen Sprach- und Textformate der Schule eingeordnet werden können. Die

folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die Merkmale sowie Formate der Sprachen der Mündlichkeit und der Schriftlichkeit.

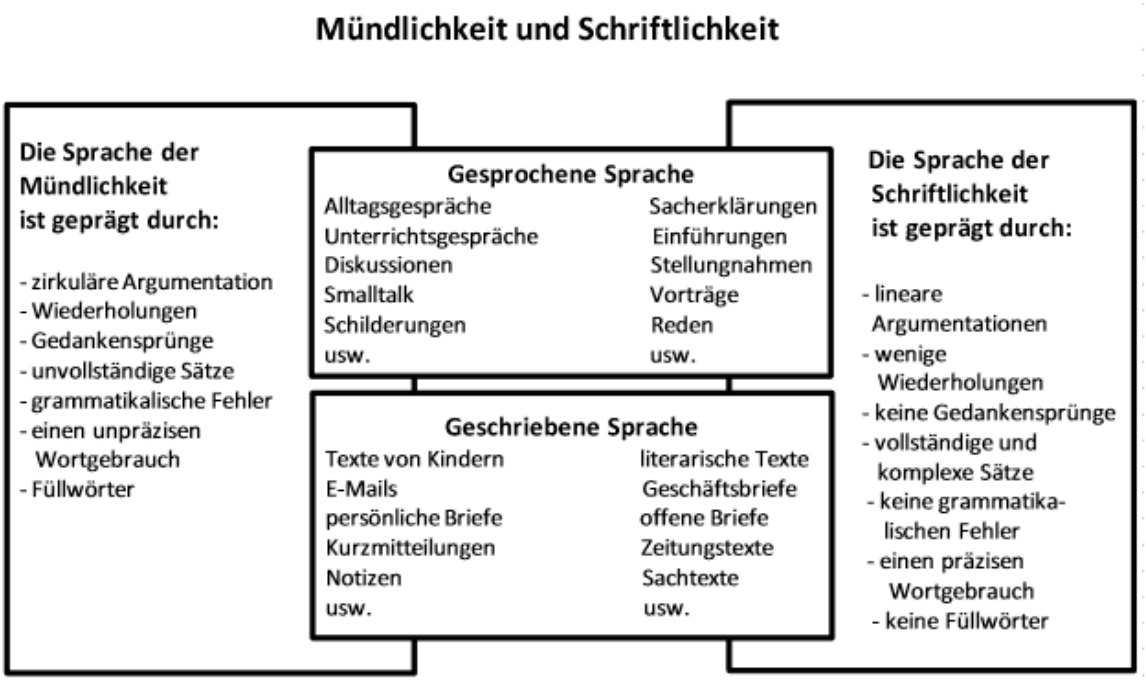


Abbildung 3 Mündlichkeit und Schriftlichkeit nach Nodari & Schiesser 2007 (aus: Pineker-Fischer 2017: 48)

Aufgrund des geringeren Planungsaufwandes und ihrer Unmittelbarkeit ist die mündliche Sprache weniger elaboriert und in gewisser Weise vorläufig und prozesshaft (Koch/Oesterreicher 1985: 20f.). Daher treten Überbrückungsphänomene und Pausenfüller wie Partikel (z. B. also, so, ähm) oder Wiederholungen auf (Michalak et al. 2015: 74). Das Vokabular ist in der alltagssprachlichen Kommunikation oft unspezifisch (z. B. machen, sein, tun) und es werden Platzhalter oder Floskeln (z. B. Dingsda, oder, so) verwendet. Kennzeichnend für die Sprache der Mündlichkeit ist ferner, dass Korrekturen von Aussagen nur im Nachhinein möglich sind. In der mündlichen Alltagskommunikation „organisiert sich Komplexität über die dichte Folge von gliedernden Redemitteln“ (Gogolin/Roth 2007: 41.). Durch den Einsatz vieler Strukturwörter werden „kleine Sinneinheiten“ geschaffen und das Verstehen dadurch erleichtert (ebd.). Der kognitive Anspruch ist in alltagssprachlichen Situationen als eher gering zu bewerten (Brandt/Gogolin 2016: 17), Argumentationen verlaufen zirkulär und auch grammatische Fehler sowie unvollständige Sätze können sich einschleichen (Nodari/Schiesser 2007: 51).

Die Sprache der Schule entwickelt sich im Laufe der Zeit immer mehr hin zur konzeptionellen Schriftlichkeit (siehe Kapitel 2.4), auch in mündlichen Kommunikationssettings wird zunehmend ein an der Schriftsprachlichkeit orientierter Sprachgebrauch verlangt. Insbesondere der Bereich der Naturwissenschaften stellt eine „ausgeprägt schriftsprachliche Domäne“ dar

(Riebling 2013: 37). Mit der Schriftlichkeit geht eine Verlangsamung der Kommunikation einher, sprachliche Richtigkeit wird vorausgesetzt und Sprachfehler nicht mehr einfach hingenommen (Leisen 2013a: 54). Aufgrund der Situationsentbundenheit sowie der Abkopplung von Produktion und Rezeption muss sichergestellt werden, dass die sprachliche Äußerung auch ohne unmittelbare Hilfestellungen oder Reparaturverfahren nachvollzogen werden kann (Michalak et al. 2015: 74). Schriftlichkeit zeichnet sich infolgedessen durch lineare Argumentationen, wenige Wiederholungen, keine Gedankensprünge, komplexe Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und den Einsatz von untergeordneten Bindewörtern anstatt von Füllwörtern aus (Nodari/Schiesser 2007: 51). Dadurch entsteht die für den schriftförmigen Sprachgebrauch charakteristische, „dichte Folge von Inhaltswörtern zwischen wenigen, aber bedeutungsentscheidenden gliedernden grammatischen Markierungen“ (Gogolin/Roth 2007: 41).

3.2 Im Fokus: Sprachliche und übersatzmäßige Mittel der Bildungssprache

Die Prinzipien der Bildungssprache, wie etwa Explizitheit, Situationsentbundenheit oder sachliche Genauigkeit (vgl. Kapitel 2.2.1.1), finden sich in „wahrnehmbaren sprachlichen Erscheinungen als ‚Merkmale der Bildungssprache‘“ (Gogolin/Dirim et al. 2011: 179) wieder, welche im folgenden Kapitel näher beschrieben werden sollen.

Die bislang ausführlichsten linguistischen Beschreibungen der Merkmale der Bildungssprache liegen mit Schleppegrell (2004) für den anglophonen Sprachraum vor, für das Deutsche wurden bildungssprachliche Mittel zwar inzwischen theoretisch definiert, jedoch kaum empirisch bestätigt (Hövelbrinks 2013: 76). Relativ unstrittig scheint dabei zu sein, „dass es sich um sprachliche Mittel handelt, die in der Gemeinsprache zwar auch vorkommen, aber dort weniger frequent sind oder eine andere Bedeutung oder Funktion haben“ (Ahrenholz 2013: 87).

Der folgende Versuch einer Systematisierung bildungssprachlicher Mittel greift auf Publikationen mehrerer AutorInnen zurück, welche diese als fächer*übergreifende* Merkmale der (deutschen) Bildungssprache anführen. Um die bildungssprachlichen Mittel für die LeserInnen strukturiert darzustellen, werde ich mich an der dreiteiligen Gliederung von Hans Reich (2008 zit. nach Gogolin/Lange 2011) in lexikalisch-semantische, syntaktische und diskursive Merkmale orientieren. Eine erste Annäherung an die Frage, wie sich Bildungssprache konkret im Biologieunterricht realisiert, soll durch eine Veranschaulichung dieser Merkmale anhand von Beispielen aus dem biologisch-naturwissenschaftlichen Kontext gewährleistet werden.

3.2.1 Merkmale auf lexikalisch-semantischer Ebene

Sprachliche Mittel, die auf der lexikalisch-semantischen Ebene anzusiedeln sind, betreffen nach Reich (2008 zit. nach Gogolin/Lange 2011: 114) „Eigenarten des Wortschatzes und einzelne Bedeutungen“. Auf Wortebene ist vor allem der für Fachtexte wichtige Aspekt der „präzisen Informationsübermittlung“ von Bedeutung (Ohm et al. 2007: 166).

Im Distanzbereich der Bildungssprache ist es erforderlich, „durch Differenzierung des lexikalischen Materials die fehlenden außersprachlichen Kontexte zu kompensieren und eine Vielzahl lexikalischer Einheiten für einen raschen, präzisen Zugriff auf Referenzobjekte bereitzustellen“ (Koch/Oesterreicher 1994: 591). Diese Notwendigkeit äußert sich in „einem die Alltagssprache im Abstraktionsniveau überschreitenden Wortschatz bis hin zum Fachvokabular“ (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 23). Der bildungssprachliche Wortschatz gehört der „gehobenen Allgemeinsprache“ an, und nimmt im Lernprozess die Funktion ein, „zu den Fachbegriffen hinzuführen, sie zu erklären und sie an allgemeinverständliche Kommunikation rückzubinden“ (Gogolin/Dirim et al. 2011: 195). Normierte Fachbegriffe (Gogolin/Lange 2011: 113) bezeichnen fachliche Konzepte zudem auf eindeutige Weise und „fixieren“ fachliches Wissen: „Nur gebunden an dieses Wissen haben sie ihre angemessene Bedeutung“ (Gogolin/Dirim et al. 2011: 213). Für die Lernenden folgt daraus, dass sie „sowohl das mit einem Fachwort bezeichnete Konzept kognitiv durchdringen als auch den dazugehörigen Fachterminus lernen [müssen]“ (Michalak et al. 2015: 57). Durch diese untrennbare Verbindung zu ganzen „Bedeutungssystemen“ (ebd.) zeichnen sich Fachbegriffe in ihrer Verwendung auch durch „Kontextautonomie“ aus, was bedeutet, dass sie „keinen Kontext brauchen, um (zumindest von Fachleuten) verstanden zu werden“ (Beese et al. 2014: 59). Fachbegriffe werden auch aus anderen Sprachen, insbesondere aus dem Lateinischen, Griechischen und Englischen, entlehnt (Michalak et al. 2015: 56), zum Beispiel „Kohlenhydrate“, „Virus“ oder „Oxidation“. Auf Grundlage mehrerer didaktischer Arbeiten kann angenommen werden, dass der Umgang mit Fachbegriffen allen SchülerInnen Schwierigkeiten bereitet, Lernende mit Zuwanderungsgeschichte allerdings vor eine zusätzliche Herausforderung stellt (vgl. Eckhardt 2008: 79f.).

Für den naturwissenschaftlichen Bereich halten Gebhard et al. (2017: 111) fest, dass zahlreiche Begriffe auch in der Alltagswelt der SchülerInnen vorkommen, in fachlichen Kontexten allerdings eine engere oder gänzlich andere Bedeutung einnehmen. Man denke beispielsweise an Begriffe wie „Vererbung“, „Kraft“, „Anpassung“, die auch im Alltagskontext geläufig sind und bei den Lernenden daher bestimmte Assoziationen hervorrufen, welche beim fachlichen Lernen berücksichtigt werden sollten. Aufgrund dieser „Polysemie von Begriffen“ (Nitz et al.

2012: 124), wird das Begriffslernen im Unterricht daher damit befasst sein, „unterschiedliche und kontextabhängige Bedeutungen im Hinblick auf ihre je spezifische Gültigkeit und Leistungsfähigkeit hin zu reflektieren“ (Gebhard et al. 2017: 111).

Eine weitere Schwierigkeit im lexikalisch-semantischen Bereich ist die Dichte, mit welcher die Fachbegriffe im Unterricht, vor allem in den Fachlehrwerken, erscheinen. Eine Analyse von Biologielehrbüchern (Gogolok 2006 zit. nach Grießhaber 2010: 40) zeigt, dass pro Lektion durchschnittlich acht bis zwölf neue Fachbegriffe eingeführt werden, was die Aufnahmefähigkeit der SchülerInnen jedoch weit übersteigt und dadurch zu Überforderung führen kann. Um dieser „Überfrachtung“ mit Fachbegriffen entgegenzuwirken, rät Grießhaber (2010: 40), die Anzahl und Struktur der behandelten Fachbegriffe sorgfältig zu bestimmen und, vor allem, zu reduzieren.

Im Bereich der Fachsprachen gelten die Ableitung (*Derivation*) und die Zusammensetzung (*Komposition*) als die beiden zentralen Verfahren, um neue Begriffe zu bilden (Drumm 2016: 42). Bei der Ableitung wird mindestens ein lexikalisches Morphem mit einem grammatischen Morphem verbunden, wobei diese Form der Wortbildung häufig der Überführung einer Wortart in eine andere (z. B. Zelle - zellulär) oder der Bedeutungsabwandlung (z. B. bluten – verbluten) dient (ebd.). Nominalisierungen sind Riebling (2013: 50) zufolge das „prototypische grammatische Merkmal der Bildungssprache“ und resultieren aus der Substantivierung eines Wortes, welches einer anderen Wortart angehört. Besonders oft betreffen Nominalisierungen die Prädikatsinhalte, so wird aus „X misst Y“ der abstrakte Begriff „Messung“ (ebd.). Eine andere häufige Form der Nominalisierung sind substantivierte Infinitive (Ohm et al. 2007: 162), z. B. „das Messen“. Indem Tätigkeiten losgelöst von den handelnden Menschen benannt werden (ebd.: 161), werden Satzinhalte durch Nominalisierungen thematisch verdichtet (Riebling 2013: 50).

Im Bereich der Verben sind Ableitungen mit vorangestellten, häufig untrennbaren Präfixen typisch, wobei oft auch Reflexivpronomen hinzutreten, z. B. sich erhitzen, sich vermehren oder sich ausbreiten (Gogolin/Lange 2011: 114). Die Besonderheit der Präfixverben liegt in einer semantischen Differenzierung, welche die Lernenden vor die Herausforderung stellt, die semantischen Verschiebungen in Relation zur Bedeutung des Stammes zu durchschauen (Ahrenholz 2017: 22f.). Ein bisher verständliches Wort wie „fallen“ kann in anderen Kontexten (z. B. zerfallen, verfallen, entfallen) zu einer sprachlichen Hürde werden, wenn die Lernenden dieses nur mit einer Bedeutung assoziieren (Drumm 2016: 42). Die Wortart der Adjektive betreffend, können ebenso zahlreiche Ableitungen mit Präfixen (z. B. *un*durchlässig,

*nicht*leitend) oder bestimmten Suffixen (ballaststoff*reich*, sauerstoff*arm,* lös*lich*) festgestellt werden (Ohm et al. 2007: 156f.).

Als weiteres semantisch-lexikalisches Merkmal der Bildungssprache werden zusammengesetzte Wörter, *Komposita*, angeführt (u. a. Gogolin/Roth 2007: 42, Gogolin/Lange 2011: 114). Dieses Mittel der Wortbildung verfügt über mehrere Funktionen: „Determinierend dient es zur Bezeichnung eines spezifischen Gegenstandes innerhalb eines Zusammenhangs und differenziert anhand der kritischen Attribute (Blutkreislauf – Blutplasma – Blutkörperchen…), syntaktisch komprimierend verdichtet es Informationen (Erhöhung der Temperatur – Temperaturerhöhung)“ (Drumm 2016: 42). Ein weiteres Reduzierungsmerkmal der Bildungs- bzw. Fachsprachen ist der Gebrauch von Abkürzungen oder *Akronymen* (Ohm et al. 2007: 153), welche eine genau definierte Bedeutung übermitteln, z. B. *HIV* für das Humane Immundefizienz-Virus oder *DNS* für Desoxyribonucleinsäure.

3.2.2 Merkmale auf syntaktischer Ebene

Bildungssprache umfasst weiters syntaktische Merkmale, welche nach Reich (2008) „Besonderheiten im Satzbau“ (Gogolin/Lange 2011: 114) betreffen. Auf dieser Ebene sind sprachliche Mittel zu verorten, die für die „deklarative, argumentative und explanative Vermittlung von Inhalten und Standpunkten“ verwendet werden (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 23) und folglich eine Vielfalt an logischen Beziehungen zwischen Äußerungen herstellen können.

Diesem Zweck dienliche, bildungssprachliche Merkmale sind explizite Markierungen der Kohäsion (des Textzusammenhangs) sowie bestimmte Satzgefüge, wie etwa Relativsätze, erweiterte Infinitive, Finalsätze, Kausalsätze, etc. (Gogolin/Lange 2011: 114). Als Kohäsionsmarker fungieren dabei zum einen koordinierende Konjunktionen (z. B. und, oder, etc.) sowie nebensatzeinleitende Subjunktionen (z. B. weil, sodass, wenn, etc.), zum anderen entsprechende Adverbien, die verschiedene Relationen (z. B. kausal, temporal, konditional, etc.) satzübergreifend auszudrücken vermögen. Diese „für die Aussagen eines Textes zentrale[n] Mittel“ (Ahrenholz 2017: 23) werden auch als *Konnektoren* zusammengefasst. Die Beherrschung komplexer Satzkonstruktionen stellt eine wichtige Voraussetzung für den rezeptiven und produktiven Umgang mit Fachtexten dar, Schwierigkeiten konnten jedoch unter anderem für Nebensatzkonstruktionen ermittelt werden (Eckhardt 2008: 86f.) und resultieren aus den verschiedenen Positionen, die ein Verb im Satz einnehmen kann. Während im Deutschen das Verb in Hauptsätzen an zweiter Stellte steht, nimmt es in eingeleiteten Nebensätzen in der Regel die Endstellung ein (ebd.).

Als weitere Indikatoren für bildungssprachliche Kompetenz auf syntaktischer Ebene nennen Gogolin und Roth (2007: 42) den Einsatz des Passivs, die Verwendung von unpersönlichen Konstruktionen sowie von Konstruktionen mit „lassen". Der Einsatz des Passivs geht mit der Herausforderung einher, das konjugierte Hilfsverb (sein oder werden) sowie das bedeutungstragende Verb zu erkennen und miteinander zu verbinden, wozu die Lernenden mit der Satzklammer[6] im Deutschen vertraut sein müssen (Michalak et al. 2015: 62). Das Passiv und die als „Passiversatzform" geltenden Konstruktionen mit dem Indefinitpronomen „man" dienen der Ausblendung des Handlungsträgers sowie der Entpersonalisierung (Feilke 2012: 9) und werden in Fachtexten demnach bevorzugt, um „dem Anliegen einer vom persönlichen Erleben befreiten Schilderung von Beobachtungen und Zusammenhängen" (Rincke 2010: 239) nachzukommen. Unpersönliche Konstruktionen bieten dadurch „die Möglichkeit zur Anonymisierung bzw. Objektivierung und damit zur Darstellung von Zusammenhängen als gemeingültig" (Riebling 2013: 50). Neben dieser Funktion des *Verallgemeinerns* (Feilke 2012: 9) liegen weitere Vorteile des Passivs nach Ohm et al. (2007: 169) in der größeren Ökonomie und der Vermeidung von Wiederholungen durch das Weglassen des Handlungsträgers bzw. der Handlungsträgerin.

Als für Bildungssprache typische Merkmale auf Satzebene werden ferner Attribute genannt (Gogolin/Roth 2007: 42). Attribute stellen keine selbstständigen Satzglieder dar, sondern werden einem anderen Satzteil zu dessen näheren Bestimmung beigefügt und können innerhalb des Satzes nicht unabhängig verschoben werden (Helbig/Buscha 2011: 492). Sie werden durch verschiedene Wortklassen repräsentiert (ebd.), unter anderem von Adjektiven (z. B. das *sauerstoffreiche* Blut), Partizipien (z. B. das *geronnene* Blut) oder Substantiven (z. B. ein *Tropfen* Blut). Als bildungssprachliche Indikatoren gelten vor allem „umfängliche Attribute" (Gogolin/Lange 2011: 114) bzw. „komplexe Attribute" (Leisen 2013a: 52, Rincke 2010: 238), welche mehrgliedrig sind und an die Stelle von Attributsätzen treten können. Im Beispiel „das *von der Aortenklappe ausgeworfene* Blut" ist der Einsatz des Partizipialattributs „vom Textaufwand her ökonomischer" (Ohm et al. 2007: 168) als der Relativsatz „das Blut, das von der Aortenklappe ausgeworfen wird". Als fächerübergreifendes syntaktisches Merkmal gilt des Weiteren die Verwendung von erweiterten Nominalphrasen oder Satzgliedern anstelle von Gliedsätzen (Chlosta/Schäfer 2014: 291), zum Beispiel „beim Bestimmen des pH-Wertes" oder

[6] Der Begriff „Satzklammer" bezieht sich auf den typischen Satzbau, welcher im Deutschen unter anderem auftritt, sobald das Prädikat des Satzes mehrteilig ist: Das finite Verb nimmt im Aussagesatz die zweite Stelle ein, während die infinite Verbform an das Satzende rückt. Auf diese Weise bildet das Prädikat eine „Klammer", welche die anderen Satzglieder umschließt.

„nach Entnahme der Probe“. Für die Lernenden können insbesondere dann Schwierigkeiten auftreten, „wenn komplexe Nominalphrasen auf Vorwissen referieren, der verdichtete und kondensierte Sachverhalt also nicht im selben Text vorher eingeführt wurde, sondern davon ausgegangen wird, dass die komplexe Form basierend auf Weltwissen oder bereits vorhandenem Fachwissen verstanden wird“ (Drumm 2016: 44).

3.2.3 Merkmale auf diskursiver und textueller Ebene

Diskursive Merkmale beziehen sich nach Hans Reich (2008 zit. nach Gogolin/Lange 2011: 113) auf „den Rahmen und die Formen, die kennzeichnend für Bildungssprache sind“. Bildungssprache zeichnet sich zunächst durch eine klare Festlegung von SprecherInnenrollen und SprecherInnenwechsel aus, wie sie auch die Interaktionen und Kommunikationsformen im Unterricht bestimmt (Gogolin/Lange 2011: 113). In enger Verbindung dazu steht die Präferenz bildungssprachlicher Diskurse für monologische Formen, wie zum Beispiel Vortrag, Referat oder Aufsatz, welche im Unterrichtsgeschehen einen hohen Anteil ausmachen (ebd.). Bei den genannten monologischen Formen ist die Produktion von der Rezeption abgekoppelt, das bedeutet, dass die KommunikationspartnerInnen den Fortgang und den Inhalt der Kommunikation nicht gemeinsam aushandeln und somit auch die Möglichkeiten der „Rückkoppelung“ (z. B. durch Eingriffe oder Rückfragen) eingeschränkt sind (Koch/Oesterreicher 1985: 19f.).

Einen wesentlichen Bestandteil naturwissenschaftlichen Unterrichts bilden nach wie vor lehrerdominante Klassengespräche, im Rahmen derer den Kindern und Jugendlichen „kaum Gelegenheiten für aktives Sprach(-Lern-)Handeln“ (Gebhard et al. 2017: 122) geboten werden. Der LehrerInnenvortrag repräsentiert die vorherrschende „lehrerzentrierte kommunikative Ordnung“ – eine Interaktionsform im Klassenzimmer, bei welcher die Lehrperson die Verteilung des Rederechts organisiert, „um sicherzustellen, dass es nur einen Interaktionsprozess gibt und die Aufmerksamkeit der Beteiligten hierauf gerichtet ist“ (Lengyel 2012: 146). Die Interaktion folgt dem traditionellen Muster „Frage-Antwort-Evaluation“, das bedeutet: „Die Lehrkraft erteilt das Rederecht an einen Schüler bzw. eine Schülerin, diese/r leistet einen Beitrag, woraufhin das Rederecht erneut an die Lehrkraft übergeht“ (ebd.). Beschränken sich die Sprachhandlungen der Lernenden folglich auf das knappe Beantworten von LehrerInnenfragen oder auf kurze Redebeiträge in Dialogen, so bestehen die sprachlichen Äußerungen häufig nur aus einzelnen Wörtern oder Satzfetzen (Schmölzer-Eibinger 2013: 29), was als „vermeintlich fachliches Sprechen“ über Schwierigkeiten in der Bedeutungskonstruktion hinwegtäuschen kann (Gebhard et al. 2017: 122).

Wird Unterricht in sprachlich heterogenen Gruppen nach lehrerzentrierten Techniken gestaltet, so bekommen die SchülerInnen kaum Möglichkeiten, „Inhalte in zusammenhängende Äußerungen zu ‚verpacken', sich an einer präzisen sprachlichen Darstellung zu versuchen und dabei sprachliche Mittel – auch neue – zu erproben, die es ermöglichen, eine gedankliche Vorstellung des Sachverhalts zu erzeugen" (Lengyel 2012: 148).

Ein weiteres bildungssprachliches Merkmal auf diskursiver Ebene sind fachgruppentypische Textsorten, wie zum Beispiel Protokoll, Bericht oder Erörterung (Gogolin/Lange 2011: 113). Diese Textsorten gehen mit bestimmten stilistischen Konventionen einher, wie zum Beispiel Sachlichkeit, logische Gliederung und angemessene Textlänge (ebd). Auf der Textebene wird die Textgliederung ausdrücklich markiert sowie die Kohärenz (= Textzusammenhang) durch sprachliche Mittel hergestellt. Zentrale Begriffe werden wiederaufgenommen, Nomen durch verschiedene Arten von Pronomen ersetzt sowie rückverweisende Adverbien eingesetzt (Gogolin/Dirim et al. 2011: 179). Die Kodierung von Informationen in Texten erfolgt linear, wobei die genannten „Proformen" auf Inhalte, Satzglieder oder größere sprachliche Einheiten im Text verweisen. Das Textverständnis ist nur dann gesichert, wenn die Lernenden diese Proformen erkennen und dem jeweiligen Bezugswort, auf welches sich die Ersatzform rückbezieht, richtig zuordnen können (Kuplas 2010: 190). Im Beispielsatz „Nachdem das Blut die Kapillaren durchströmt hat, wird es durch diese Blutgefäße wieder zum Herzen zurückgeführt" (ebd.), verweist die Proform „es" auf „das Blut". Schwierigkeiten, welche insbesondere SchülerInnen mit Migrationshintergrund betreffen, ergeben sich dadurch, dass die Ersatzformen in ihrer Bedeutung zunächst inhaltsleer sind und sich der Inhalt nur durch den Bezug zu den ersetzten Wörtern bzw. Wortgruppen ermitteln lässt (ebd.). Dafür ist die Kenntnis des grammatischen Geschlechts des Bezugswortes eine wichtige Voraussetzung (Michalak et al. 2015: 64). Fungieren Adverbien, wie „dabei", „deshalb" oder „damit", als Wiederaufnahmeelemente, so beziehen sich diese häufig auf ganze Sätze oder Satzteile, wodurch sich die Entschlüsselung für Lernende mit Migrationshintergrund als noch schwieriger gestaltet (Kuplas 2010: 191).

3.2.4 Kritik an einer systemlinguistischen Betrachtung

Das bildungssprachliche Register wird vorrangig *quantitativ* am Vorkommen lexikalischer und morphosyntaktischer Merkmale festgemacht (Morek/Heller 2012: 72). An dieser Stelle sei jedoch kurz auf die Kritik verwiesen, mit welcher sich derartige Definitionsversuche von Bildungssprache konfrontiert sehen.

Vollmer und Thürmann (2013: 44) halten eine systemlinguistische Beschäftigung mit bildungssprachlichen Merkmalen zwar für notwendig, aber ebenso unzureichend, wenn es darum geht, dieses Register für pädagogische Zwecke zugänglich zu machen.

Auch Oomen-Welke und Decker-Ernst (2013) betonen, dass Aufzählungen von Sprachmitteln und -strukturen das bildungssprachliche Register nicht wirklich abbilden können: „[V]ielmehr ist es das ‚gewusst wie' der Anwendung in den Textsorten, der sachadäquate und adressatenspezifisch-partnertaktische Gebrauch in Sprechsituationen und geschriebenen Texten, der Text-in-Funktion, der die richtige Auswahl herbeiführt und dadurch die Sprache als gebildet erscheinen lässt" (ebd.: 30). Die Problematik in Bezug auf systemlinguistische Betrachtungsweisen liegt also unter anderem darin, dass die pragmatischen Funktionen bildungssprachlicher Formen und Strukturen häufig nicht transparent erscheinen und Text- und Situationsebenen ausgeblendet werden (Thürmann 2011: 5).

Zudem mag die Konzentration auf sprachliche Oberflächenphänomene den Eindruck erwecken, Bildungssprache sei ein in sich abgeschlossenes System, obwohl es sich tatsächlich um ein hochkomplexes, nicht eindeutiges und vor allem dynamisches Konstrukt handelt, weshalb der Bestand entsprechender Mittel und Strukturen sowohl im gesellschaftlichen als auch im schulischen Handlungsraum permanenten Veränderungen unterworfen ist (Vollmer/Thürmann 2013: 42f.).

4. Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht

4.1 Vom Konzept der Bildungssprache zur durchgängigen Sprachbildung

Von den bisherigen Erkenntnissen über die spezifischen Anforderungen und Erwerbsbedingungen von Bildungssprache leitet sich das Konzept der *durchgängigen Sprachbildung* ab, welches zunächst im Rahmen des deutschen Modellprogramms FörMig im Zeitraum 2004 bis 2009 entwickelt wurde (Gogolin/Dirim et al. 2011). Eine durchgängige Sprachbildung verfolgt das übergeordnete Ziel, „die bisherige Tradition der impliziten Vermittlung von Bildungssprache zu durchbrechen" (Lengyel 2012: 144). Vielmehr wird die Vermittlung des bildungssprachlichen Registers als „explizite Aufgabe des Bildungssystems" (Gogolin/Dirim et al 2011: 17) betrachtet, „und zwar grundsätzlich in allen Lernfeldern, im Unterricht aller Fächer" (ebd.).

Dieses Kernanliegen wurde anfänglich noch als *durchgängige Sprachförderung* bezeichnet, im Laufe des Modellprogramms wandelte sich dieser Begriff jedoch hin zur *durchgängigen Sprachbildung.* Ausschlaggebend für diese Begriffsänderung war die Feststellung, dass Sprachförderung von den Beteiligten eher „mit der Vorstellung von zusätzlichen Fördermaßnahmen für sprachlich schwache Kinder und Jugendliche" (Lange/Gogolin 2010: 14) verbunden wurde. Sprachförderung richtet sich demnach selektiv an bestimmte Risikogruppen und erfolgt gezielt über einen begrenzten Zeitraum hinweg, zumeist als zusätzliches Angebot außerhalb der Regelgruppen (Kammermeyer/Roux 2013: 515). Becker-Mrotzek und Roth (2017: 16) zufolge hat sich *Sprachbildung* hingegen als Oberbegriff für die sprachliche Unterstützung *aller* Kinder durchgesetzt. Darunter werden alltagsintegrierte Angebote verstanden, die in einem ganzheitlichen Sinne auf alle Sprachentwicklungsbereiche gleichermaßen ausgerichtet sind (Kammermeyer/Roux 2013: 515).

Im Mittelpunkt von FörMig steht „der kumulative Aufbau bildungssprachlicher Fähigkeiten" (Lange/Gogolin 2010: 14), das Attribut *durchgängig* bezieht sich somit auf „die Dauerhaftigkeit und Kontinuität der Bemühungen um das Register Bildungssprache" (Gogolin/Lange 2011: 118). Sprachbildung wird dabei als ein Kontinuum gesehen, welches in unterschiedliche Dimensionen strukturiert werden kann (Reich 2013, Heintze 2009): Der allmähliche Aufbau von Bildungssprache ist auf allen Stufen der Bildungslaufbahn zu unterstützen (*bildungsbiographische* Dimension) und über die Lernfelder und Themen bzw. Gegenstände des Unterrichts hinweg zu realisieren (*thematische* Dimension), wobei die Mehrsprachigkeit der Lernenden bewusst wahrgenommen und als Ressource genutzt werden soll (*interlinguale* Dimension).

4.2 Von der durchgängigen Sprachbildung zum sprachsensiblen Fachunterricht

Sprachbildung wird im FörMig-Modell folglich zur „Querschnittsaufgabe in allen Fächern" (Heintze 2009: 9) und damit zu einem inhärenten Bestandteil des Fachunterrichts erklärt. Diese Forderung, die sprachlichen Bildungsvoraussetzungen der Lernenden im Fachunterricht explizit zu berücksichtigen, ist jedoch nicht neu, sondern bereits 1987 vertraten Steinmüller und Scharnhorst die Meinung, dass „jeder Fachlehrer zugleich auch Sprachlehrer [ist]" (ebd.: 1). Durch den Einbezug in die Curricula der Bildungsinstitutionen wurde Sprachbildung im Fach zudem verbindlich, wie beispielsweise im allgemeinen Lehrplan der AHS unter dem Punkt „Bildungsbereich Sprache und Kommunikation" ersichtlich:

> Ausdrucks -, Denk-, Kommunikations- und Handlungsfähigkeit sind in hohem Maße von der Sprachkompetenz abhängig. In jedem Unterrichtsgegenstand sind die Schülerinnen und Schüler mit und über Sprache – z.B. auch in Form von Bildsprache – zu befähigen, ihre kognitiven, emotionalen, sozialen und kreativen Kapazitäten zu nutzen und zu erweitern (Rechtsinformation des Bundes 2020[7]).

Deshalb stellt sich für den Fachunterricht mittlerweile nicht mehr die Frage, „**ob** sprachlich-kommunikatives Lernen sensibel begleitet und unterstützt werden sollte, sondern **wie** dies am besten gestaltet werden kann" (Vollmer/Thürmann 2010: 20). Sprache ist im Fach „nicht nur *Medium* oder gar ‚inhaltslose Hülle' fachlicher Erkenntnisse" (Frank 2015: 20), sondern sie „*erschafft* das Fachliche als *Rezipierbares, Artikulierbares* und *Diskutierbares* in spezifischer Art und Weise" (ebd.). Zahlreiche Forschungsergebnisse untermauern diesen unauflösbaren Zusammenhang zwischen fachlichem und sprachlichem Lernen und die hohe Bedeutung bildungssprachlicher Kompetenz für schulischen (Miss-)Erfolg (Beese/Benholz 2013).

Allerdings gelten gerade die naturwissenschaftlichen Disziplinen als „sprachunabhängiger" als andere Fächer (Tajmel 2010: 167), wodurch die sprachliche Dimension des Fachlernens leicht aus dem Blick gerät. Die mangelnde Sensibilität für die Sprachlichkeit des Fachunterrichts ist, wie Tajmel in einer Untersuchung von LehrerInnenbeurteilungen festgestellt hat, insofern problematisch, als sich Lehrkräfte „der Höhe ihrer Erwartungen an die sprachliche Form nicht in demselben Maße bewusst [sind], wie sie die sprachliche Leistung mitbeurteilen" (ebd.).

Für eine Unterrichtspraxis, die fachliches und sprachliches Lernen integriert und die SchülerInnen beim Ausbau ihrer bildungssprachlichen Kompetenzen bewusst unterstützt, werden in der Literatur unterschiedliche Bezeichnungen vorgeschlagen: der „sprachsensible Fachunterricht" (Leisen 2013a,b), der „bildungssprachförderliche Unterricht" (Gogolin/Dirim

[7] Die gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne an allgemeinbildenden höheren Schulen ist online abzurufen unter: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568 [11.02.2020]

et al. 2011), der „sprachbewusste Unterricht“ (Michalak et al. 2015) oder auch der „sprachaufmerksame Fachunterricht“ (Schmölzer-Eibinger et al. 2013). Da diese Konzepte weitgehend auf ähnlichen methodisch-didaktischen Grundsätzen beruhen, werden sie im weiteren Verlauf dieser Arbeit unter dem Begriff *sprachsensibler Fachunterricht* zusammengefasst.

Ein konstitutives Merkmal eines sprachsensiblen Fachunterrichts ist ein „sachbezogenes Sprachlernen“ (Leisen 2013a), das heißt, die Arbeit an Sprache und der Aufbau sprachlicher Repertoires wird von den Themen und Inhalten des Faches bestimmt (Vollmer/Thürmann 2010: 22). Des Weiteren werden Sprachaufmerksamkeit und Sprachbewusstsein als wichtige Prinzipien genannt, weshalb Aufgabenstellungen eingesetzt werden, „die einen aufmerksamen Umgang mit Sprache erfordern, Sprache zum Thema machen sowie ein Nachdenken über Sprache anregen“ (Schmölzer-Eibinger 2013: 34). Ein Anliegen des sprachsensiblen Fachunterrichts ist zudem, die „lehrerzentrierte kommunikative Ordnung“ (Lengyel 2012: 146) zu durchbrechen, um authentisches Sprachhandeln in echten Kommunikationssituationen zu ermöglichen (Schmölzer-Eibinger et al. 2013: 28f.)

4.3 Elemente eines sprachsensiblen Fachunterrichts

Im Fachunterricht stoßen insbesondere SchülerInnen nichtdeutscher Erstsprache immer wieder auf sprachliche Hürden, bei deren Bewältigung sie die Diskrepanz zwischen dem Sagen- bzw. Schreiben-*Wollen* und dem Sagen- bzw. Schreiben-*Können* erleben. Das bedeutet, dass sich die Inhaltskompetenz der Lernenden nicht zwingendermaßen mit ihrer Sprachkompetenz deckt und die schülerseitigen Diskurse somit nicht das tatsächliche Fachverständnis wiedergeben können (Vollmer/Thürmann 2010: 22).

In früheren Ansätzen der Sprachförderung versuchte man, derartige Mangelerfahrungen beispielsweise durch eine sprachliche Vereinfachung von Fachtexten oder durch die Wahl spracharmer Antwortformate (z. B. Lückentexte, Körpersprache oder Multiple-Choice-Aufgaben) zu kompensieren. Diese defensive Strategie der Zurücknahme kognitiv-sprachlicher Anforderungen führte hinsichtlich der Entwicklung bildungssprachlicher Kompetenzen jedoch zur „Fossilierung von Interimskompetenzen“ (ebd.). Der *sprachsensible Fachunterricht* bestreitet deshalb andere Wege, um die zuvor beschriebene Diskrepanz zu überwinden. Im nachstehenden Kapitel wurde eine Auswahl von wesentlichen Elementen einer fachintegrierten Sprachbildung getroffen, welche für die vorliegende Forschungsarbeit als besonders relevant erachtet werden.

4.3.1 Scaffolding

Für eine bildungssprachförderliche Gestaltung des Unterrichts wird in der einschlägigen Literatur einstimmig die Technik des *Scaffolding* empfohlen, welche entscheidend durch die Arbeiten der australischen Sprachwissenschaftlerin Pauline Gibbons (u. a. 2002) geprägt wurde:

> Scaffolding (*scaffold* [*engl.*] = Gerüst) ist ein methodisches Verfahren für den Unterricht mit Zweitsprachenlernenden, bei dem die Lehrperson sich an dem potenziellen Entwicklungsniveau der Lernenden orientiert und ihnen für die Bewältigung einer Aufgabe ein vorübergehendes ‚Hilfs-Gerüst' in Form unterschiedlichster Unterstützungsangebote (z.B. sprachliche Mittel, Denkanstöße, Nachfragen, Umformulierungen) zur Verfügung stellt (Petersen/Tajmel 2015: 99).

Scaffolding betont Aspekte des selbstgesteuerten Lernens, indem „die Lücke, die zwischen dem, was ein/e Lerner/in bereits kann, und dem, was mit Unterstützung möglich ist, durch eine entsprechende Unterrichtsplanung und Unterrichtsinteraktion überbrückt wird" (Kniffka 2010: 1). Diese „Lücke" entspricht der „Zone der nächsten Entwicklung" nach Vygotski (1978), welcher damit den Bereich zwischen dem tatsächlichen und dem potenziellen Entwicklungsniveau eines Kindes bezeichnete und die Grundidee für das *Scaffolding* lieferte (Petersen/Tajmel 2015: 99). In diesem Übergang „ko-konstruieren das Kind und die es unterstützende Personen – also unter anderem Lehrkräfte – neues Wissen und erweiterte Fähigkeiten, die auf bereits Erreichtem aufbauen" (Lange/Gogolin 2010: 31). Hierzu müssen die Lernhilfen in Hinblick auf das Potential der Kinder und Jugendlichen so gewählt werden, dass sie die Lernenden weder unter- noch überfordern, sondern ihnen einen „intellektuellen Schub" (Kniffka 2010: 4) erteilen, mithilfe dessen sie in ihre „Zone der nächsten Entwicklung" vordringen können. Neben diesem „Gleichgewicht zwischen Herausforderung und Unterstützung" (Pineker-Fischer 2017: 88) ist ein weiteres wichtiges Prinzip des Scaffolding, das Lerngerüst als vorübergehende Hilfestellung zu verstehen und dieses folglich schrittweise abzubauen („fading"), sobald die SchülerInnen in der Lage sind, eine gestellte (Teil-)Aufgabe selbstständig zu bearbeiten (Vollmer/Thürmann 2010: 22, Roth 2007).

Unter Rückgriff auf die Arbeiten von Gibbons unterscheidet Kniffka (2010: 3) zwischen „Makro-Scaffolding", welches sich auf die Unterrichtsplanung bezieht, und „Mikro-Scaffolding", das in der konkreten Unterrichtsinteraktion umgesetzt wird. Die Ebene des „Makro-Scaffolding" umfasst wiederum drei aufeinander aufbauende Elemente, nämlich die Bedarfsanalyse, die Lernstandsanalyse und die Unterrichtsplanung (Kniffka 2010: 3).

Während die Bedarfsanalyse den Sprachbedarf für einen bestimmten Unterrichtsinhalt aus fachlicher Sicht identifiziert, wird in der komplementär dazu stattfindenden Lernstandsanalyse der Sprachstand der Klasse oder auch individueller LernerInnen diagnostiziert. Die

anschließende Unterrichtsplanung baut auf dem Vergleich der Ergebnisse aus den beiden Analysen auf und integriert somit sprachliche und fachliche Aspekte (Kniffka 2010: 3).
Auf der Ebene des *Mikro-Scaffolding* wird vor allem eine andere Qualität der Unterrichtsinteraktion gefordert, welche vom bekannten Frage-Antwort-Schema (fragend-entwickelnder Unterricht) abweicht und SchülerInnenäußerungen gezielt aufgreift, gegebenenfalls re-kodiert oder in größere konzeptuelle Zusammenhänge setzt (Kniffka 2010: 3f.). Wesentliche Merkmale des Scaffolding auf beiden Ebenen werden von Riebling (2013: 67) in Tabelle 1 zusammengeführt.

Tabelle 1 Merkmale des Micro- & Macro-Scaffolding (Riebling 2013: 67)

Merkmale des Macro-Scaffolding	Merkmale des Micro-Scaffolding
‚Dualer Fokus': Berücksichtigung der sprachlichen Schülervoraussetzungen und der Erfordernisse des Lerngegenstandes	‚Dualer Fokus': Berücksichtigung der sprachlichen Schülervoraussetzungen und der Erfordernisse des Lerngegenstandes
Transparenz: Verdeutlichung der im Unterricht gestellten sprachlichen Erwartungen	Reichhaltige Interaktion: längere Zeiträume, in denen die Schülerinnen und Schüler sprechen können; Zeit für die Formulierung von Gedankengängen
Phasierung: aufeinander aufbauende (Sprach-)Aktivitäten	Bereitstellung von Redemitteln/ Sprachliche Modellierung: Zusammenfassen, Aufgreifen, Umformen, Erweitern von Schüleräußerungen
Methodenvielfalt: Nutzung unterschiedlicher Methoden und Sozialformen	Hilfestellungen durch Nachfragen
Anreichung statt Vereinfachung: Einbindung vielfältiger Darstellungs- und Symbolisierungsformen, Angebot sprachlicher Hilfsmittel	
Strukturierungshilfen: Text oder Gegenstand als ‚Referenzpunkt' des Unterrichts	
Sprachbewusstheit: über Sprache sprechen	

Zusammengefasst kommt der Lehrkraft im Konzept des Scaffolding folglich die „Rolle des Begleitenden" zu, „der sprachliche Hilfen zur Verfügung stellt, aber den Lernenden Raum gibt, sprachlich zu handeln" (Drumm 2016: 76).

4.3.2 Einsatz von Methoden-Werkzeugen

Josef Leisens Konzept des sprachsensiblen Unterrichts ist vor allem für seine „Methoden-Werkzeuge" bekannt, welche der Autor in seinem Handbuch „Sprachförderung im Fach" in einem umfassenden „Werkzeugkasten der Sprachförderung" (2013b) erläutert. Leisens Methoden-Werkzeuge stellen methodische Anregungen für ein fachintegriertes Sprachenlernen dar und eignen sich zur Umsetzung des zuvor beschriebenen Scaffolding-Prinzips:

> Methoden-Werkzeuge im Allgemeinen sind Verfahren, Materialien und Hilfsmittel zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen. Sie erhöhen die Aktivität der Lerner und fördern immer das Lernen des *Fachs*. Methoden-Werkzeuge können lehrergesteuert oder lerneraktiv sein, sind weitgehend inhaltsunabhängig und nicht auf einen Unterricht nach einem bestimmten Konzept beschränkt (Leisen 2013b: 5).

Auf die Sprachförderung bezogen, sind Methoden-Werkzeuge als Hilfsmittel gedacht, „die kommunikative Situationen im Unterricht erzeugen, unterstützen und bewältigen helfen" (ebd.). Zunächst ist es wichtig, Methoden-Werkzeuge von den originären Methoden eines Faches (z. B. das Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht) abzugrenzen. Denn der Einsatz von Methoden-Werkzeugen zielt darauf ab, fachunterrichtliche Situationen besser bewältigbar und Lernmaterialien zugänglich zu machen und ist somit vorrangig didaktisch und nicht methodisch begründet (Leisen 2013a: 91).

Die Spannweite der Einzelwerkzeuge ist groß, wobei Leisens grundlegende Unterscheidung zwischen „Werkzeugen in Lehrerhand" und „Werkzeugen in Lernerhand" berücksichtigt, ob die Hauptaktivität in der jeweiligen Unterrichtssituation auf LehrerInnen- oder SchülerInnenseite liegen soll. „Werkzeuge in Lehrerhand" werden von der Lehrperson geplant bzw. erstellt, haben Arbeitsblattcharakter und sollen zu einer effektiven Wissensvermittlung sowie einer konzentrierten Unterrichtsführung beitragen (Leisen 2013a: 92). Beispiele hierfür sind der Einsatz von *Wortlisten*, *Lückentexten* oder die Vorgabe von fachsprachlichen Redewendungen als *Satzmuster* (Leisen 2013b: 8). „Werkzeuge in Lernerhand" sind hingegen handlungsorientiert und bringen die Lernenden in kommunikative und kooperative Lernsituationen. Sie zeichnen sich durch einen grundsätzlich „offeneren Charakter" aus und organisieren den Ablauf (inhaltlich offener) Lernprozesse (Leisen 2013a: 92). Als Beispiele können die Lernmethoden *Kugellager*, *Expertenkongress* oder *Kartenabfrage* genannt werden (Leisen 2013b: 8).

Rösch (2013: 24) kritisiert, dass Leisens Konzept ein eher fachsprachendidaktisches als DaZ-didaktisches Konzept zugrunde liegt und Spezifika des Zweitsprachenerwerbs nur marginal berücksichtigt werden: „Vieles wird nur ‚geübt' oder wie Wortschatzarbeit ‚betrieben', ohne ein Übungsformat oder den Umgang mit den Gegenständen genauer zu beschreiben". Leisen selbst (2013a: 93) nimmt die Gefahr einer „inhaltlosen Methodenschulung" jedoch vorweg und betont, dass sich der Einsatz der Methodenwerkzeuge an der jeweiligen Unterrichtssituation orientieren und für die intendierten fachlich-sprachlichen Lernprozesse funktional sein muss. Somit schließt Leisen mit seinen „Werkzeugen", entgegen der Kritik von Rösch, an die Grundgedanken des Scaffolding (siehe Kapitel 4.3.1) an und verleiht diesem theoretischen

„Gerüst“ überdies die für die unterrichtspraktische Umsetzung notwendige methodische Stabilität.

4.3.3 Fokus auf Sprachhandlungen und Diskursfunktionen

In den schulischen Bemühungen um Sprachbildung manifestiert sich häufig „eine verengte Perspektive auf fachunterrichtliches Spezialvokabular und das Antrainieren einer komplexen Syntax“ (Vollmer/Thürmann 2013: 52). Sich eine Sprache anzueignen, bedeutet allerdings „nicht nur die Formelemente einer Sprache [zu] lernen, sondern auch das, was man mit diesen Elementen tun kann“ (Ehlich et al. 2008: 18). Um durch sprachliches Handeln kommunikative Ziele erreichen zu können, müssen Kinder und Jugendliche herausfinden, welche Erwartungen an bestimmte sprachliche Formen gestellt werden (ebd.). Sprachsensibler Unterricht zielt darauf ab, die SchülerInnen zu sprachlichem Handeln zu befähigen, worunter nach Tajmel (2011: 2) „die einer Situation angemessene und einem Zweck dienliche Verwendung von Sprache, sowohl als Textproduktion als auch als Textrezeption“ verstanden wird.

Erörtern, Beschreiben oder *Zusammenfassen* stellen „prototypische Sprachhandlungen“ (Tajmel 2011: 2) dar und erscheinen im (fach-)unterrichtlichen Kontext nie losgelöst von den fachlichen Inhalten, Diskursen und Methoden und den zugrundeliegenden kognitiven Prozessen (Vollmer/Thürmann 2013: 52). Solche Sprachhandlungen bzw. Diskursfunktionen werden deshalb als „gemeinsame Schnittmenge von Inhalt, Denken und Sprache“ (Zydatiß 2010: 143) verstanden, „in denen grundlegende kognitive Operationen und deren verbale Realisierungen simultan zum Ausdruck kommen“ (Vollmer 2011: 1). Als „Sprach- und Denkhandlungen“ (Vollmer/Thürmann 2010: 10) lassen sie sich nach Feilke (2012: 12) auch „als kommunikative und kognitive Problemlöseverfahren auffassen, die für eine erfolgreiche Durchführung oft an bestimmte sprachliche Mittel, Formulierungsmuster und Texttypen rückgebunden sind“. Diskursfunktionen sind in diesem Sinne „sprachliche Routinen, die sich herausbilden, weil sie wiederkehrende Anforderungen im Umgang mit Wissensinhalten und im abstrakten Denken widerspiegeln“ (Dalton-Puffer 2015: 117).

Es wird angenommen, dass Kinder und Jugendliche die Fähigkeiten zur Ausführung solcher Sprachhandlungen „in einer Kombination von sprachlich-kognitiver Entwicklung und gesteuertem sprachlichen Lernen“ erwerben (Reich 2011: 1). In der Forschung können Erwerbsstufen im Nacheinander des Erwerbs der verschiedenen Sprachhandlungen ausgemacht werden, welche durch eine zunehmende Komplexität, auch in Bezug auf die lexikalische und semantische Ausgestaltung, näher bestimmt werden. Grundsätzlich ist von einem Übergang von deskriptiven Sprachhandlungen, zu welchen typischerweise das *Berichten* und das

Beschreiben gezählt werden, zu argumentativen Sprachhandlungen auszugehen (siehe Abbildung 4). Kognitive Sprachhandlungen, wie das *Erklären* oder *Argumentieren,* gehen mit einem höheren kognitiven Niveau einher und werden von den Lernenden demzufolge später entwickelt (Reich 2011: 2).

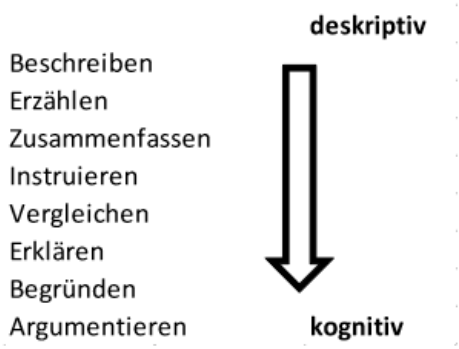


Abbildung 4 Sprachhandlungen (Pineker-Fischer 2017: 73)

Die angeführten Sprachhandlungen „erfordern Fähigkeiten zumeist konzeptuell schriftlicher Art, auch wenn sie in eine mündliche Kommunikation eingebunden sind“ (Tajmel 2011: 2). In der einschlägigen Literatur wurden bisher unterschiedliche Versuche zur Systematisierung der unterrichtsrelevanten Diskursfunktionen vorgebracht, wobei Konsens darüber zu herrschen scheint, dass diese auf unterschiedlichen Ebenen operieren. Während Mikrofunktionen „an relativ klar umrissene lexikalische und syntaktische Muster gebunden sind“ (z. B. für das Klassifizieren: „x ist ein y“), haben Makrofunktionen „viel gröbere und vagere Strukturmuster“, die weniger auf syntaktischer, sondern auf rhetorischer und textlinguistischer Ebene zu verorten sind (Dalton-Puffer 2007: 69). Eine deutsche Forschergruppe konnte aus einer umfassenden Curriculumsanalyse und der Sichtung verschiedener theoretischer Ansätze die folgenden acht zentralen, fächerübergreifenden Diskursfunktionen ableiten (Vollmer 2011: 2):

1. AUSHANDELN (engl. Negotiating) von Bedeutungen wie von Prozessen
2. ERFASSEN / BENENNEN (engl. Naming)
3. BESCHREIBEN / DARSTELLEN (engl. Describing)
4. BERICHTEN / ERZÄHLEN (engl. Reporting/Narrating)
5. ERKLÄREN / ERLÄUTERN (engl. Explaining)
6. ARGUMENTIEREN/STELLUNG NEHMEN (engl. Arguing/Positioning)
7. BEURTEILEN / (BE)WERTEN (engl. Evaluating)
8. SIMULIEREN / MODELLIEREN (engl. Simulating / Modelling)

Im Unterricht sind diese grundlegenden kognitiv-sprachlichen Aktivitäten wiederum in eine Reihe fachlicher Genres oder Diskurstypen eingebettet und somit als kleinere Bausteine dieser aufzufassen (Vollmer 2011:1).

Obwohl die angeführten Diskursfunktionen über die einzelnen Fächer hinweg in Anwendung sind, ist ein fächerübergreifender Transfer aufgrund der unterschiedlichen Verwendungsbereiche und Häufigkeiten nicht ohne weiteres möglich: Die Interpretation von

Messdaten im naturwissenschaftlichen Unterricht stellt beispielsweise andere sprachliche Anforderungen als eine Interpretation eines Textes im Zuge des Literaturunterrichts. Eine Beschreibung eines historischen Ereignisses im Geschichtsunterricht erfordert wiederum andere sprachliche Mittel als eine Beschreibung eines Versuches im Biologieunterricht. Aufgrund dieser fachlichen Spezifik von Sprachhandlungen ist deren Vermittlung im Fachunterricht selbst zu verorten (Tajmel 2011: 9).

Im Zusammenhang mit Kompetenzformulierungen und (standardisierten) Leistungsüberprüfungen dienen sogenannte *Operatoren* in Form von Verben (z. B. beschreibe, erkläre, erörtere, etc.) als sprachlich-kognitive Handlungsaufforderungen. Lernende müssen in der Lage sein, die Bedeutung der Operatoren für konkrete Anforderungssituationen zu entschlüsseln, das heißt, diese als „erlernte Strategien des Umgangs mit Texten" (Abraham/Saxalber 2012: 38) wiederzuerkennen und selbstständig auszuführen. Diesbezüglich konstatiert Thürmann (2012: 5) kritisch eine „gewisse Sorglosigkeit", mit welcher Operatoren in den Bildungsstandards und Lehrplänen verwendet werden und auch Tajmel (2011) sieht die dringende Notwendigkeit einer Konkretisierung sprachlicher Lernziele.

4.3.4 Fokus auf Textkompetenz und Schreibarbeit

Im Fachunterricht wird Wissen in erster Linie im Medium von Texten vermittelt und erworben, wobei die Textlastigkeit im Laufe der Schulzeit zunimmt (Schmölzer-Eibinger 2013). Um anhand von Texten lernen zu können, müssen die SchülerInnen in der Lage sein, „Wissen aus Sachtexten zu gewinnen, es mit ihrem vorhanden Wissen zu verbinden und mündlich oder schriftlich kohärent darzustellen" (Schmölzer-Eibinger/Langer 2010: 203). Eine solche Textkompetenz wird somit zur „Schlüsselkompetenz des Lernens im Fachunterricht" (ebd.). Für einen kontinuierlichen Aufbau von textbezogenen, schriftsprachlichen Fähigkeiten wird neben der Förderung von Textverstehens- und Lesestrategien auch dem Schreiben ein besonderer Stellenwert im sprachsensiblen Fachunterricht eingeräumt (u. a. Schmölzer-Eibinger 2013, Thürmann 2012).

Schmölzer-Eibinger und Langer (2010: 204) konstatieren, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht generell selten geschrieben wird, wobei die Schreibanlässe in überwiegendem Maße „unterhalb der Textebene angesiedelt sind" (Thürmann et al. 2015: 20). Vorrangig kommen „telegraphische" Formen des Schreibens, wie Tafel- oder Folienabschriften, das Ausfüllen von Lückentexten oder das Anfertigen von stichwortartigen Mitschriften, zum Einsatz. Hierbei wird das Schreiben in seiner Mittlerfunktion zur Festhaltung und Reproduktion von Lernergebnissen und Verstehensleistungen genützt, weshalb Steinhoff (2014: 331) auch von einem

„mnemotechnische[n] Instrument“ spricht. In solchen stichwortartigen, häufig syntaktisch verkürzten und elliptischen Notizen zeigen sich weder sprachliche Probleme noch mangelnde Sachkenntnis auf den ersten Blick. Längere, kohärente Texte, die eine für den Verstehensprozess wichtige Verbindung von Wissenselementen erfordern, werden im Fachunterricht kaum geübt, bei Leistungsüberprüfungen allerdings von den SchülerInnen eingefordert (Schmölzer-Eibinger/Langer 2010: 204f.).

Schriftliche Produktionen dienen im Fachunterricht folglich selten dazu, vorhandenes Wissen zu reflektieren, zu verarbeiten oder weiterzuentwickeln. Das bedeutet, dass das Schreiben kaum in seiner *epistemischen*, das heißt Wissen schaffenden bzw. erkenntnisstiftenden, Funktion genutzt wird (Schmölzer-Eibinger 2013: 32). Dabei eröffnet gerade das Schreiben als Lernmedium (Lernen *durch* Schreiben) ein „einzigartiges Potential für verschiedenartige Prozesse der Aneignung von Weltwissen, Sprachwissen und metakognitivem Wissen“ (Steinhoff 2014: 331). Dieses besondere Lernpotential des Schreibens beruht Pohl und Steinhoff zufolge (2010: 6) auf dessen „medial-konzeptionellen Ermöglichungs- und Anforderungsprofils“ (vgl. dazu auch das Modell von Koch/Oesterreicher 1985).

Als medial-bedingte Faktoren, die das Lernen in besonderem Maße evozieren, nennen die Autoren (Pohl/Steinhoff 2010: 9f.) die Langsamkeit und die Vorläufigkeit des Schreibens sowie die Objektivation durch Sprache. „Schrift verschiebt die Wahrnehmung von der Akustik auf die Optik, sie macht Sprache auf diese Weise dinghaft und mithin erfahrbar und reflektier- und analysierbar“ (ebd.: 10). Indem schriftliche Arbeitsformen die Taktung des Lerngeschehens „entschleunigen“, stellen sie den Lernenden zudem die nötigen Zeitressourcen zur Verfügung, um Äußerungen bewusst zu konstruieren und auf ihrer sprachlichen Oberfläche zu redigieren (Vollmer/Thürmann 2010: 21). Die Generierung komplexer sprachlicher Konstruktionen setzt zugleich Abstraktionsprozesse in Gang und unterstützt die Entfaltung und Re-Organisation fachlicher Konzepte (Thürmann 2012: 13).

Die konzeptionell-bedingten Faktoren des Schreibens als Lernmedium ergeben sich nach Pohl und Steinhoff (2010: 10) aus der „Zerdehntheitskonstellation“, das heißt aus dem Umstand, dass sich Sender und Empfänger nicht auf einen gemeinsamen Kontext beziehen können. Die Schreibenden sind dadurch gefordert, ihre Mitteilungen zu verbalisieren, das unterstellte Wissen in ihren Text zu integrieren sowie LeserInnenreaktionen und -bedürfnisse zu antizipieren (ebd.).

Diese Ausführungen machen deutlich, dass sich das Schreiben im besonderen Maße für die Integration von Sprach- und Fachlernen eignet: „Das Schreiben findet nie im inhaltsleeren Raum statt, im Prozess des Schreibens wird vielmehr inhaltliches Verständnis aufgebaut und

erweitert; gleichzeitig wird Sprache als ein Mittel des Denkens und Lernens zugänglich“ (Schmölzer-Eibinger 2013: 32).

Für einen *sprachsensiblen Fachunterricht* stellt sich im Folgenden die Frage, welche Schwierigkeiten im Laufe des Schreibprozesses auftreten und der Nutzung dieses Lernpotentials hinderlich sein können. Das „Grundproblem“ beim Schreiben ergibt sich aus der Komplexität der Anforderungen, welche die Lernenden gleichzeitig und fortlaufend bearbeiten müssen: Es geht unter anderem darum, Inhalte zu suchen und auszuwählen, kommunikative Ziele sowie die Bedürfnisse des Lesepublikums zu berücksichtigen und eine Fülle an sprachlichen Normen einzuhalten (Kruse/Ruhmann 2006: 15).

Ein Modell des Schreibprozesses, welches diese vielfältigen Ansprüche in einen systematischen Zusammenhang zu bringen vermag, wurde 1980 von Hayes und Flower geliefert und mehrfach revidiert. Dieses Modell versteht das Schreiben als einen fortlaufenden Problemlösungsprozess, wobei das Problem durch die jeweilige Schreibaufgabe gestellt wird und auf dem Weg zum angemessenen Schreibprodukt grundsätzlich drei Phasen durchlaufen werden: Planung („planning“), Formulierung („translating“) und Überarbeitung („reviewing“). Die schreibende Person muss dabei den gesamten Schreibprozess im Blick behalten und steuern („monitoring“), um die verschiedenen Ansprüche strategisch zu bearbeiten (Kruse/Ruhmann 2006: 24f.). Ein entscheidender Punkt dieses Prozessmodells ist, dass die genannten Teilprozesse nicht als feste Abfolge von Schritten zu verstehen sind, die von den Schreibenden in linearer Weise „abgearbeitet“ werden. Vielmehr handelt es sich um ineinandergreifende Teilprozesse, die wiederholt, also zyklisch, durchlaufen werden. Eben diese „Rekursivität“ macht das Schreiben zu einem „Medium mit einem einzigartigen Aneignungspotential“ (Pohl/Steinhoff 2010: 13), da sich Gedanken allmählich verfestigen können (ebd.).

Laut Thürmann et al. (2015: 37f.) verdoppelt Schreiben im Fachunterricht die Komplexität des Problemlösungsprozesses, weil der Strang der Problembewältigung von Fachinhalten und Kognitionen mit dem Strang der Herstellung eines sinnentwickelnden und der Situation angemessenen Textes verknüpft wird. Diese Herausforderung ist insbesondere für SchülerInnen anderer Erstsprachen äußerst schwierig zu bewältigen (Peschel 2013, Grießhaber 2014). Schwache mehrsprachige SchülerInnen konzentrieren sich bei der Bearbeitung von Schreibaufgaben nämlich häufig darauf, „sprachlich normgerechte Texte zu verfassen, also möglichst wenig grammatische und orthografische Fehler zu machen“ (Beese et al. 2014: 51). Dabei gilt ihre Aufmerksamkeit allerdings nicht der Planung des gesamten Textes, wodurch „die Strukturierung und Entfaltung von längeren zusammenhängenden Gedankengängen

blockiert [wird]“ (ebd.) und inkohärente Texte entstehen. Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, fachunterrichtliche Schreibprozesse durch Unterstützungsgerüste (*scaffolds*) zu entlasten.

Die Arbeit mit Versuchsprotokollen betreffend, soll folglich die Orientierung an Textsorten näher beleuchtet werden. Der Terminus *Textsorte* bezieht sich auf ein grundlegendes Konzept der Textlinguistik, welches versucht, „Texte auf Grund von Gemeinsamkeiten in Gruppen einteilen und sie so klassifizieren zu können“ (Peschel 2013: 100). Nach Brinker (2001: 135) sind Textsorten „konventionell geltende Muster für komplexe sprachliche Handlungen und lassen sich als jeweils typische Verbindungen von kontextuellen (situativen), kommunikativ-funktionalen und strukturellen (grammatischen und thematischen) Merkmalen beschreiben“. In neueren fachdidaktischen Diskussionen wird vermehrt auch der Begriff des *Textmusters* verwendet, welcher „eher auf die Beschreibung von Wissensstrukturen, auf Möglichkeiten des Erkennens und des Aktivierens typischer Textgestalten [zielt]“ (Peschel 2013: 100f.). Textmuster liefern den Lernenden gewissermaßen einen Orientierungsrahmen, auf welchen „mit wachsender Praxis und Schreibfähigkeit zunehmend routiniert zurückgegriffen werden kann“ (Bachmann/Becker-Mrotzek 2017: 36): „Es gibt innerhalb der Muster Elemente des Normativen als Handlungsorientierung, und es gibt Nichtgenormtes, Freiräume, die es individuell zu füllen gilt“ (Fix U. 2008: 67).
Die Ausrichtung an Textmustern als „Standardlösungen für die Bewältigung wiederkehrender schriftsprachlicher Handlungen“ (Pineker-Fischer 2017: 79) bietet sich insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht an, weil die entsprechenden fachtypischen Texte hier einen besonders deutlichen, musterhaften Aufbau besitzen (Peschel 2013: 106). Zudem lässt sich eine begrenzte Anzahl an typischen Textsorten ausmachen, zu welchen unter anderem Definitionen, Fachtexte, Steckbriefe und Versuchsprotokolle zählen (Pineker-Fischer 2017: 79). Der Aufbau dieser fachtypischen Textsorten sowie deren sprachliche Ausgestaltungen sind als „Ausdruck fachlicher Systematik und spezifischer Denk- und Erkenntnisformen“ (Beese/Roll 2015: 52) zu verstehen, wie im Kapitel 6 am Beispiel des Versuchsprotokolls deutlich werden wird. Eine wesentliche Rolle spielen in diesem Zusammenhang Textprozeduren, welche „textliche Handlungsschemata semiotisch mit einem konventionell begrenzten Spektrum von Prozedurenausdrücken [koppeln]“ (Feilke 2015: 62). Aufgrund dieser Vernetzung von fachlichen bzw. kognitiven Funktionen (z. B. *begründen*) einerseits mit entsprechenden routinehaften Ausdrücken (z. B. *weil, deshalb*, etc.) andererseits kann die Vermittlung von Textmusterwissen als eine Art „didaktischer Hebel“ (Beese/Roll 2015: 55) für ein integriertes Sprach- und Fachlernen genützt werden.

Aus didaktischer Sicht drängt sich die Frage auf, wie den Lernenden diese Textmuster am besten an die Hand gegeben werden können. Grundsätzlich wird eine mehrstufige, aktive Auseinandersetzung empfohlen (Thürmann 2012: 19f., Gürsoy 2018), bei welcher die SchülerInnen zunächst Texte der zu vermittelnden Textsorte lesen und aus diesen ersten Texterfahrungen implizit ein Muster abstrahieren. Dieser implizite Prozess sollte im Unterricht jedoch durch geeignete Bewusstmachungs- und Reflexionsprozesse explizit gefördert werden (Peschel 2013: 101). Hierbei ist es besonders wichtig, die in die betreffende Textsorte eingelagerten Sprachhandlungen mit den einhergehenden sprachlichen Mitteln und Routinen zu identifizieren und diese dadurch als sprachliche Gerüste für eine anschließende eigene Textproduktion nutzbar zu machen (Beese/Roll 2015: 54).

4.3.5 Prinzip des Wechsels zwischen unterschiedlichen Darstellungsformen

In Kapitel 2.3 wurde auf verschiedene Darstellungsformen der Fachsprache eingegangen und diese den entsprechenden Abstraktionsebenen (von gegenständlich über bildlich bis mathematisch) zugeordnet. Grundsätzlich wird der Umgang mit Repräsentationen in der Literatur als komplexe Kompetenz beschrieben (Krey/Schwanewedel 2018: 164f.), wobei zunächst zwischen der *Interpretation* gestellter Repräsentationen und der eigenständigen *Konstruktion* durch die SchülerInnen selbst zu unterscheiden ist (Nitz et al. 2012: 122). Zudem sind in den Naturwissenschaften diskontinuierliche Texte in der Überzahl (Stäudel 2008: 40), weshalb dem Umgang mit multiplen externen Repräsentationen, welche sich auf das gleiche Bezugsobjekt beziehen und gemeinsam dargestellt werden, beim Lernen naturwissenschaftlicher Konzepte eine besondere Bedeutung zukommt (Krey/Schwanewedel 2018: 164). Zur Informationsentnahme bzw. -darstellung sind hierbei „Übersetzungsleistungen“ (Stäudel 2008: 40) notwendig, um die verschiedenen Repräsentationsformen nebeneinander zu lesen bzw. wechselseitig ineinander überführen zu können (Leisen 2013a: 35). Im Zuge einer solchen *Translation* sind die Lernenden gefordert, „verbindende Elemente zu identifizieren, die dargestellten Informationen zu integrieren sowie über die Formen und Funktionen von Repräsentationen zu diskutierten“ (Nitz et al. 2012: 124). Da Übersetzungsleistungen eine besondere Herausforderung für den Lernprozess darstellen, müssen diese im Unterricht explizit thematisiert und gezielt geübt werden (Stäudel 2008: 40). Die angeführten Aspekte von Repräsentationskompetenz sind daher auch im naturwissenschaftlichen Kompetenzmodell verankert, demzufolge SchülerInnen „Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild,

Diagramm …) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren“ (bifie 2011: 2) sollen.

Der Wechsel der Darstellungsform gilt zudem als wesentliches Element eines *sprachsensiblen* Fachunterrichts (Leisen 2005a, Pineker-Fischer 2017: 117ff.) und kann aus verschiedenen Perspektiven begründet werden. Aus *fachlicher* Sicht spielt der Umgang mit Repräsentationen „als Externalisierung gegebenenfalls auch Materialisierung mehr oder weniger abstrakter Gedanken“ (Krey/Schwanewedel 2018: 159) eine entscheidende Rolle „für den Aufbau eines konzeptuellen Verständnisses naturwissenschaftlicher Sachverhalte und deren Kommunikation“ (ebd.: 166). *Sprachlich* betrachtet, unterstützt der Wechsel der Darstellungsformen nach Leisen (2013a: 48) insbesondere „sprachschwache Lerner“ und bildet eine wesentliche Voraussetzung, „um den Übergang von dem intuitiven, anschauungs- und erfahrungsgeprägten lebensweltlichen Wissen (das vornehmlich über Alltagsbegriffe transportiert wird) zum stärker abstrakten, systematischen und theoriegeleiteten Wissen (mithilfe wissenschaftlicher Begriffe) sicherzustellen“ (Zydatiß 2010: 147). Die Verbalsprache dient hierbei gewissermaßen als „semantic clue“ (Kozma/Russel 1997 zit. nach Nitz 2016a: 465), durch welchen die unterschiedlichen Repräsentationen explizit aufeinander bezogen werden können. *Didaktisch* gesehen, stellt ein Darstellungswechsel immer auch einen Mehrwert im Sinne zusätzlicher Lern- und Kommunikationsgelegenheiten dar, welche eine inhaltliche Vertiefung begünstigen können (Leisen 2013a: 37). Schließlich ist eine Variation in der Repräsentationsform aus *methodischer* Sicht motivierend und es werden aus *lernpsychologischer* Perspektive außerdem verschiedene Wahrnehmungskanäle angesprochen und dadurch unterschiedliche Lerntypen berücksichtigt (ebd.).

5. Forschendes Lernen

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Lern- und Lehrmethode des Forschenden Lernens, welche sich „am Vorgehen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses orientiert“ (Bruckermann et al. 2017: 12). In einem ersten Schritt erscheint es deshalb notwendig, auf die naturwissenschaftliche Erkenntnislogik bzw. das wissenschaftliche Denken einzugehen, bevor das Forschende Lernen in seinen Kernelementen sowie seinem phasenartigen Ablauf beschrieben und abschließend zur Diskussion gestellt wird.

5.1 Wissenschaftliches Denken

Die Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung stellen einen integralen Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung dar (Bybee 2002) und werden auch im österreichischen „Kompetenzmodell Naturwissenschaften“ (bifie 2011) eingefordert. Dem Biologieunterricht kommt daher die Aufgabe zu, neben dem Aufbau eines grundlegenden Fachwissens auch Einsicht in den „spezifisch biologischen bzw. naturwissenschaftlichen Modus der Welterschließung“ (Gropengießer 2013a: 269) zu vermitteln. Demzufolge sollen Kinder und Jugendliche das Vorgehen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung verstehen und lernen, „was naturwissenschaftliche Methodik und Aussagen charakterisiert“ (Mayer 2007: 177).

Wissenschaftliches Denken *(scientific reasoning*) ist dabei nach Mayer (2007) als ein relativ komplexer Problemlöseprozess aufzufassen, bei welchem durch zielorientiertes Denken und Handeln jene Situationen bewältigt werden, für die noch „keine routinierten Vorgehensweisen verfügbar sind“ (ebd.: 178). Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung stellt ein solches Problemlösen dar, wobei spezifische Prozeduren durchlaufen werden (siehe Abbildung 5). Als wesentliche Prozeduren bzw. Teilkompetenzen konnten bisher das Formulieren naturwissenschaftlicher Fragen, das Generieren von Hypothesen, das Planen von Untersuchungen und das Ziehen von Schlüssen empirisch nachgewiesen werden (Mayer/Gruber/Möller 2008).

Im Zuge der Problembearbeitung sind des Weiteren nicht nur die allgemeinen kognitiven Fähigkeiten der Person von Bedeutung, sondern es wird auch auf zwei verschiedene Formen deklarativen Wissens zurückgegriffen, zum einen auf das Methodenwissen (= „Wissen über bzw. Verständnis für naturwissenschaftliche Methoden“), zum anderen auf das Fachwissen (= „Wissen über die jeweiligen biologischen Phänomene") (Arnold/Kremer/Mayer 2016).

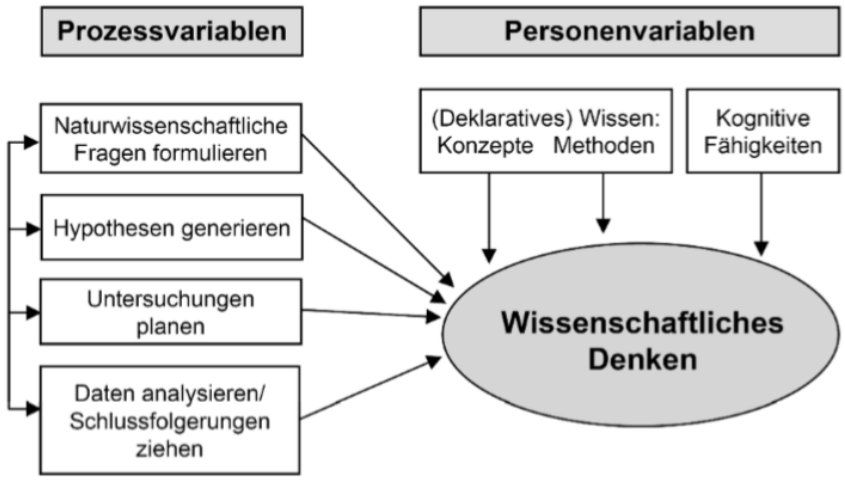


Abbildung 5 Strukturmodell zum wissenschaftlichen Denken (Mayer 2007: 181)

Entgegen induktivistischer Vorstellungen verläuft der Weg der Erkenntnis folglich nicht vom unvoreingenommenen „Erkunden" zum „Erkennen" von Allgemeingültigem, sondern Wissen wird „in einem Wechselspiel von Empirie und Theorie" generiert (Gropengießer et al. 2017: 76), wie in Abbildung 5 ersichtlich. Bereits das Erkunden eines Gegenstandes wird von Theorien, Fragestellungen und Hypothesen geleitet und baut folglich auf vorhergehenden Erkenntnissen auf. Es ist Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts, dieses *hypothetisch-deduktive* Vorgehen von Beginn an bewusst zu machen (Gropengießer et al. 2017) und auf die einzelnen Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, wie z. B. das Experiment, zu beziehen (Gropengießer 2013a: 270).

5.2 Das Experiment als hypothetisch-deduktive Erkenntnismethode

Das Experiment gilt als „*die* charakteristische Forschungsmethode der Naturwissenschaften" (Gropengießer 2013b: 288) und hat den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn maßgeblich geprägt (Rieß et al. 2012). Im alltäglichen Sprachgebrauch wird der Begriff *Experiment* allerdings häufig im Sinne eines planlosen „Rum- oder Ausprobierens" mit unsicherem Ausgang verwendet (ebd.: 8), was sich auch in den SchülerInnenvorstellungen zum Experimentieren niederschlägt (Gropengießer 2013b: 289). In Lehr- und Lernkontexten werden zudem unterschiedlichste SchülerInnentätigkeiten als Experiment bezeichnet, wobei „alleine das Umgehen mit Realien" als Kriterium ausschlaggebend zu sein scheint (Barzel/Reinhoffer/Schrenk 2012: 111).

Das Experimentieren wird zwar von bestimmten naturwissenschaftlichen *Arbeitstechniken,* wie dem Mikroskopieren oder Präparieren, begleitet, bei welchen vorrangig manuelle Fertigkeiten erforderlich sind. Darüber hinaus stellt das Experiment jedoch eine naturwissenschaftliche Erkenntnismethode dar, die naturwissenschaftliche Fragen durch ein hypothetisch-deduktives

Vorgehen zu beantworten sucht (Wellnitz/Mayer 2016: 71). Während es sich bei einer *Beobachtung* um ein zielgerichtetes, methodisch kontrolliertes Wahrnehmen handelt, durch welches erklärungsbedürftige Strukturen erst identifiziert werden, greift der Versuchsleiter beim Experiment absichtsvoll in den Ablauf von Erscheinungen ein (Schulz et al. 2012: 24 ff.). Ziel dieser aktiven Manipulation ist es, Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen zwei Merkmalen aufzudecken und natürliche Phänomene erklärbar zu machen, wobei charakteristischerweise eine „Variablenkontrollstrategie" (ebd., Streller et al. 2019) verfolgt wird: Die vermutete Ursache eines Phänomens wird als *unabhängige Variable* systematisch verändert, dabei werden die Auswirkungen auf die *abhängige Variable* kontrolliert beobachtet bzw. gemessen. Indem andere Störgrößen, welche die abhängige Variable ebenso beeinflussen könnten, kontrolliert, das heißt für alle Experimentdurchläufe konstant gehalten, minimiert oder ausgeschaltet werden (= *Kontrollvariablen*), kann die unabhängige Variable in ihrer Wirkung isoliert (Gropengießer 2013b: 284) und somit eine direkte kausale Beziehung abgeleitet werden (Barzel et al. 2012: 29).

Ein weiteres Kennzeichen des Experiments ist, dass es wiederholbar und die Ergebnisse reproduzierbar sein müssen, „d.h., dass man bei identischen Versuchsbedingungen (möglichst) gleiche Ergebnisse erhalten müsste" (Streller et al. 2019: 66). Wird das Experiment in ausreichender Anzahl wiederholt, so lässt sich die Unsicherheit von Einzelbefunden minimieren und die Aussagekraft der Ergebnisse erhöhen (Gropengießer 2013b: 284f.). Ein eindeutiger Nachweis ist zudem auf Kontrollversuche angewiesen, um mögliche Alternativursachen prüfen und ausschließen zu können (Schulz et al. 2012: 19).

Des Weiteren ist es wichtig, das Experiment von dem häufig synonym gebrauchten Begriff *Versuch* abzugrenzen. Aus fachwissenschaftlicher Sicht wird bei einem Versuch ebenso systematisch in das Geschehen eingegriffen, jedoch ohne experimentelle Kontrolle, was bedeutet, dass nicht alle Einflussgrößen konstant gehalten werden können (Barzel et al. 2012: 27). Fachdidaktisch betrachtet handelt es sich bei einem Versuch um „ein von den Schülern nicht selbst geplantes, sondern ein vom Lehrer vorgegebenes Vorgehen" (Streller et al. 2019: 64), bei welchem nicht das eigenständige Problemlösen, sondern die Unterstützung wichtiger Teilfähigkeiten im Vordergrund steht (Hartinger et al. 2013: 5).

5.3 Kernelemente des Forschenden Lernens

Die Wurzeln des Forschenden Lernens[8] reichen bis an den Beginn des 20. Jahrhunderts zurück, als der amerikanische Pädagoge John Dewey die Tradition naturwissenschaftlicher Bildung als bloße Akkumulation und Wiedergabe von Fakten und Gesetzmäßigkeiten in Frage stellte. Vielmehr sollte die Art des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens in den Vordergrund rücken, um die Lernenden auch über die Grenzen des Klassenzimmers hinweg zum Erwerb neuer Erkenntnisse zu befähigen (Bell 2010: 3). In den Fokus der naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken geriet das Konzept des Forschenden Lernens jedoch erst, nachdem internationale Schulleistungsvergleichsstudien den deutschen und österreichischen SchülerInnen einen Aufholbedarf in punkto *scientific literacy* attestiert hatten. Das PISA-Konsortium versteht *scientific literacy* dabei als „die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen“ (Baumert et al. 2001: 25). Der Erwerb entsprechender naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen ist folglich von unmittelbarer Relevanz, um sich selbst Wissen aneignen bzw. naturwissenschaftliche Untersuchungen in Bezug auf deren Aussagekraft und Grenzen reflektieren zu können (Arnold et al. 2014: 83).

Dem Konzept des Forschenden Lernens wird hierbei das Potential zugeschrieben, neben der Vermittlung eines grundlegenden Fachverständnisses auch die Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung sowie Vorstellungen über die Art der Naturwissenschaften zu fördern (u.a. Mayer/Ziemek 2006, Hmelo-Silver et al. 2007). Eine richtungsweisende Rolle für die Methode *Forschendes Lernen* übernimmt das *National Research Council*, welches diese folgendermaßen beschreibt (NRC 1996: 23):

> Scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on the evidence derived from their work. Inquiry also refers to the activities of the students in which they develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world.

Forschendes Lernen umfasst demnach schulische Arbeitsformen, „die in Haltung und Methode analog den Einstellungen und dem systematischen Vorgehen erfolgen, wie es für wissenschaftliches Arbeiten charakteristisch ist“ (Messner 2009: 23). Es handelt sich um eine „multifaceted activity“ (NRC 1996: 23), bei welcher SchülerInnen unter anderem

[8] Im anglo-amerikanischen Diskurs wird das Forschende Lernen u. a. als „inquiry learning“, „inquiry-based teaching“ oder „research oriented learning“ bezeichnet.

naturwissenschaftliche Fragen stellen, Hypothesen aufstellen und diese durch Untersuchungen testen, ihre Ergebnisse interpretieren und anderen kommunizieren.
Mittlerweile wird der Terminus *Forschendes Lernen* nahezu „inflationär" verwendet (Huber 2009: 9), weshalb das „Verwirrendste" an diesem Konzept möglicherweise die Definition selbst ist (Colburn 2000: 42). Die unterschiedlichen Facetten des *Forschenden Lernens* werden auch bei Abrams et al. (2008: xv) hervorgehoben: „Inquiry in the classroom can be conceived as a complex set of ideas, beliefs, skills, and/or pedagogies". Einzelne Definitionen können die Konturen des Forschenden Lernens somit nur unzureichend abstecken (ebd.), weswegen im nachstehenden Kapitel versucht wird, wesentliche Komponenten dieser Methode zusammenzufassen. Dabei werde ich mich an der Gliederung in vier Kernelemente nach Mayer und Ziemek (2006) orientieren.

- **Eigenständiges, offenes Lernen**

Forschendes Lernen wird als ein durch Eigentätigkeit und Selbstbestimmung charakterisierter Prozess aufgefasst, bei welchem die SchülerInnen für sie „subjektiv Neues erforschen und auf diese Weise zu ihrem Lernbesitz machen" (Bönsch 2018: 235). „Learning science is something students do, not something that is done to them", hält der NRC (1996: 20) diesbezüglich fest.
Dem „subjektiven Charakter" (Roth/Weigand 2011: 3) des Forschenden Lernens wird insofern Rechnung getragen, als der Lehr- und Lernprozess Mitbestimmungs- und Wahlmöglichkeiten eröffnen soll und in diesem Sinne „für die individuellen Vorgehensweisen und Interessen der Lernenden offen ist" (Mayer/Ziemek 2006: 8).

- **Problemorientiertes Lernen**

Als Ausgangspunkt des Forschenden Lernens dient stets eine Frage an die Natur, häufig in Form einer Problemorientierung. Beim problemlösenden Lernen gerät der „heuristische Prozess des Auffindens von Lösungsideen" (Mayer/Ziemek 2006: 7) in den Fokus, wobei es darauf ankommt, „dass der Lernende, in einem kreativen Akt, über das Vermittelte bzw. bisher Bekannte oder Erfahrene hinaus zu neuem erweiterten Wissen gelangt" (ebd.). Je vertrauter die Kontexte als auch die verwendeten Materialien sind und je eher sich die Aktivitäten an konkreten, beobachtbaren Konzepten orientieren, umso leichter wird den LernerInnen der Lösungsprozess fallen (Colburn 2000: 43).

- **Lernen in Kontexten**

Mayer und Ziemek (2006: 8) zufolge soll „Forschendes Lernen in authentische, d.h. realitätsnahe und anwendungsbezogene Kontexte aus dem Alltag, Wissenschaft und Technik

eingebunden sein“. Kontexte, die sich an der Lebenswelt der Lernenden orientieren, fördern nicht nur die Anwendung und den Transfer der Forschungsinhalte auf außerschulische Lebensbereiche (Mayer/Ziemek 2006: 9), sondern erscheinen den Lernenden aufgrund des Realitäts- und Sinnbezugs auch attraktiver (Messner 2009: 26). Authentizität impliziert in diesem Zusammenhang allerdings keinesfalls den Anspruch, einen wissenschaftlichen Forschungsprozess abzubilden. Während Forschung in den Wissenschaften bestrebt ist, neue Erkenntnisse zu generieren, handelt es sich beim Forschenden Lernen um „Prozesse des Nacherfindens oder Nachentdeckens, da die Ergebnisse in der Regel objektiv längst gefunden sind“ (Bönsch 2018: 239).

- **Kooperatives Lernen**

Für das Forschende Lernen sollen nach Messner (2009: 28) Lernumgebungen geschaffen werden, die ko-konstruktive kooperative Lernprozesse anregen. „Indem es kein Konzept für Einzelkämpfende, sondern für kreative Gruppen ist“ (Bruckermann et al. 2017: 20), orientiert sich das Forschende Lernen am wissenschaftlichen Forschungsprozess, welcher ebenso durch Kooperationsprozesse geprägt ist. Durch das kooperative Lernen werden die SchülerInnen nicht nur in ihren sozialen Kompetenzen gefördert, sondern sie können „weitergehendere Erkenntnisse erlangen, als sich aus der Summe aller Einzelleistungen ergeben würde“ (Mayer/Ziemek 2006: 9).

5.4 Die Phasen des Forschenden Lernens als Spiegel der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung

Die Ausrichtung an den Phasen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und der damit einhergehende phasenartige Ablauf des Unterrichts stellen wesentliche Unterscheidungsmerkmale dar (Martius et al. 2016: 227), um das Forschende Lernen von „verwandten“, ebenso auf die Eigenaktivität der SchülerInnen abzielenden Unterrichtskonzepten, wie dem entdeckenden Lernen, dem Projektlernen oder dem problemorientierten Unterricht (Messner 2009: 24), abzugrenzen. Infolge sollen die Phasen des Forschenden Lernens für das Experiment ausdifferenziert werden und einhergehende Anforderungen an die Lernenden umrissen werden.

Benennung des Problems/ der Forschungsfrage: Am Beginn einer wissenschaftlichen Untersuchung steht zumeist ein erstes Orientieren sowie das Finden von Fragen in Bezug auf ein beobachtetes oder betrachtetes wissenschaftliches Phänomen (Bell et al. 2010: 353). Die Herausforderung für die Lernenden besteht darin, „gute“ Fragen zu stellen, die einerseits

Relevanz besitzen und andererseits naturwissenschaftlich überprüft werden können (Bell et al. 2010: 353). Die Problemstellung sollte daher die bloße Phänomenebene überschreiten und einen Zusammenhang zwischen mehreren Variablen hinterfragen (Mayer et al. 2008: 67).

Hypothesen generieren: Bei einer naturwissenschaftlichen Hypothese handelt es sich um eine empirisch überprüfbare Vermutung, dass hinter einem beobachteten Phänomen ein kausaler Zusammenhang besteht (Mayer/Ziemek 2006: 6, Gropengießer 2013b: 285). Bei Experimenten müssen die Lernenden daher zunächst die unabhängige Variable (die vermutete Ursache) sowie die abhängige Variable (die sich verändernde und zu messende Größe) identifizieren.
Aus der Hypothese wird eine empirisch überprüfbare Vorhersage (*Wenn … dann…*) formuliert, die den Ausgang des Experiments unter gewissen Bedingungen prognostiziert (Arnold et al. 2013: 9f.). Da eine Hypothese nicht wahllos oder gar intuitiv formuliert werden soll, müssen die SchülerInnen diese auch anhand von Vorerfahrungen, Analogien oder mit Bezug auf eine Theorie begründen (ebd., Mayer/Ziemek 2006).

Planung und Durchführung der Untersuchung: Nachdem die Hypothese festgelegt wurde, muss deren Überprüfung nun logisch und arbeitstechnisch umgesetzt werden (Mayer/Ziemek 2006: 7). Bei der Planung von Experimenten müssen die Lernenden die abhängige Variable in geeigneter Weise operationalisieren (messbar machen), die unabhängige Variable systematisch variieren und mögliche Störvariablen kontrollieren können (Arnold et al. 2013: 10). Außerdem gilt es, die Messzeiten (Dauer, Anzahl und Intervalle der Messungen) zu konkretisieren (ebd.).

Datenauswertung: In einem nächsten Schritt werden die bei der Durchführung gewonnenen Daten objektiv beschrieben bzw. wertneutral miteinander verglichen (Arnold et al. 2013: 11). Auf Basis der (Roh-)Daten können die Ergebnisse auch mittels Rechnung oder graphischer Auswertung, z. B. in Form von Diagrammen, eruiert werden (Mayer/Ziemek 2006: 7).

Interpretation/Deutung: Im Zuge der Interpretation werden die Ergebnisse in Hinblick auf die Hypothese gedeutet und mit der Theorie oder ähnlichen Forschungsbefunden in Beziehung gesetzt, wobei dieser Forschungsschritt aufgrund seines spekulativen und vorläufigen Charakters streng von der vorhergehenden Auswertung getrennt werden sollte (Mayer/Ziemek 2006: 7). Bei der Interpretation sollte die eingesetzte Methode hinsichtlich ihrer Genauigkeit und möglicher Einschränkungen und Fehlerquellen diskutiert, die Ergebnisse generalisiert (ebd.) sowie ein Ausblick auf nachfolgende Untersuchungen gegeben werden (Arnold et al. 2013: 11).

Möglichkeit(en) der Nachbereitung: An diese Forschungsphasen anschließend präsentieren die SchülerInnen ihre Ergebnisse unter Rückbezug auf die ursprüngliche Fragestellung sowie auf die angewandten Untersuchungsmethoden und begründen die daraus gezogenen Schlüsse. Die Ergebnisse werden zur Diskussion gestellt und kritisch reflektiert, indem die MitschülerInnen Fragen stellen, fehlerhafte Argumentationen aufdecken oder alternative Erklärungen anbieten können (NRC 1996: 27). Eine derartige Reflexion erfordert kommunikative als auch argumentative Kompetenzen und ist insofern wichtig, als SchülerInnen Wissenschaft nicht nur als Exploration, sondern auch als Argumentation kennenlernen sollten (Abrams et al. 2008: xxii f.).

Wie McComas (1996) ausführt, zählt die Vorstellung, es existiere die *eine,* universelle wissenschaftliche Methode, zu den weitverbreitetsten „Mythen" über die Naturwissenschaften. Erschöpft sich der Forschungsprozess nicht in einer starren Abfolge von „abzuarbeitenden" Handlungsschritten, so kann es folglich auch im Unterricht keine Standardmethode für die Einführung in das naturwissenschaftliche Arbeiten geben (Duit et al. 2007: 6). Deshalb ist der oben beschriebene Forschungszyklus als idealisierte Darstellung unbedingt kritisch zu reflektieren (Bruckermann et al. 2017: 15).

In Abhängigkeit von den Vorerfahrungen und Fähigkeiten der Lernenden, dem zu untersuchenden Inhalt und dem angestrebten Lernziel (Abrams et al. 2008: xxxi ff.) kann das Forschende Lernen zudem auf unterschiedlichen Levels (vgl. Colburn 2000, Banchi/Bell 2008, Blanchard et al. 2010) gestaltet werden. Colburn (2000) unterscheidet drei verschiedene Levels (*strukturiertes*, *begleitetes*, *offenes Forschen*), welche sich im Ausmaß der Eigenaktivität der SchülerInnen bzw. der Steuerung und Instruktion durch die Lehrkraft unterscheiden. Banchi und Bell (2008) stellen diesen Levels eine weitere Stufe voran, nämlich das *bestätigende Forschen*. Bei diesem levelbasierten Ansatz können die Lernenden durch eine schrittweise Verantwortungsübernahme für die einzelnen Forschungsphasen das Kontinuum von „low-level structured-inquiry to high-level open inquiry" (Banchi/Bell 2008: 26) durchlaufen und sukzessive wesentliche Kompetenzen des wissenschaftlichen Arbeitens erwerben.

5.5 Forschendes Lernen in der Diskussion

Der Ansatz des Forschenden Lernens ist in der Naturwissenschaftsdidaktik Gegenstand internationaler Diskussion, wobei dessen Wirksamkeit insbesondere in Hinblick auf den Öffnungsgrad in Frage gestellt wird. Die Ergebnisse verschiedener Studien sind uneindeutig, deren Vergleichbarkeit ist aufgrund der uneinheitlichen Definition des Forschenden Lernens

allerdings durchaus kritisch zu reflektieren (Blanchard et al. 2010: 585, Abrams et al. 2008: xv).

Kirschner et al. (2006) fassen *inquiry learning* als eine nicht oder nur minimal gelenkte Unterrichtskonzeption auf und sprechen dieser eine niedrigere Lernwirksamkeit im Vergleich zu angeleiteten Instruktionsformen zu. Die Autoren (ebd.: 80f.) verweisen unter anderem auf die *Cognitive Load Theory* nach Sweller et al. (1998), welcher zufolge Offenheit insbesondere für unerfahrene und leistungsschwächere LernerInnen mit einer hohen kognitiven Belastung (*cognitive load*) einhergeht. Aufgrund der begrenzten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses wirke sich diese hohe *cognitive load* nachteilig auf die Konstruktion von Schemata und das Lernen der SchülerInnen aus.

In der Literatur lassen sich in der Tat Hinweise darauf finden, dass insbesondere das *offene Experimentieren* sehr hohe Anforderungen stellt (Duit et al. 2010) und die Lernenden deutliche Defizite im Bereich des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens aufweisen (Mikelsis-Seifert/Duit 2010). Ziemek, Mayer und Kreiner (2003) konnten beispielsweise in einer Untersuchung in einem Lehr-Lern-Labor beobachten, dass das systematische Vorgehen in offenen Experimentiersettings gering ausgeprägt ist, vorhandene Wissensstrukturen in der Situation nicht eingebracht werden können und die Lernenden eher nach kurzen, pragmatischen Lösungen streben. Des Weiteren beabsichtigen die SchülerInnen beim Experimentieren häufig, Effekte zu erzielen, anstatt kausale Beziehungen zu untersuchen, was in der fachdidaktischen Literatur auch als „Ingenieurmodus“ (Hammann/Mayer 2012: 284) bezeichnet wird.

Hmelo-Silver, Duncan und Chinn (2007) reagieren auf den Artikel von Kirschner et al. (2006) und entgegnen, dass direkte Instruktion nicht mit konstruktivistischen Sichtweisen auf das Lernen vereinbar sei. Forschungsprozesse können ein nachhaltiges, „tiefes Lernen“ initiieren, welches sich im Gegensatz zum „Oberflächenlernen“ dann vollzieht, „wenn der Lernende sich sein Wissen selbst organisiert, es selbst elaboriert und kritisch reflektiert“ (Huber 2009: 13). Deshalb betrachten Hmelo-Silver et al. (2007) *Scaffolding* als ein Kernelement des Forschenden Lernens, durch welches komplexe und schwierige Aufgaben strukturiert werden und infolgedessen die kognitive Belastung sinkt. Darüber hinaus gibt es nach Hmelo-Silver et al. (2007: 104) und Colburn (2000: 3) vermehrt wissenschaftliche Belege dafür, dass Ansätze des Forschenden Lernens zu einem signifikanten Lernzuwachs im Vergleich zu traditionellen Instruktionsformen führen (vgl. auch Blanchard et al. 2010), wovon insbesondere benachteiligte SchülerInnen profitieren.

In Bezug auf die Wirksamkeit des Forschenden Lernens ist es zudem notwendig, die Lernergebnisse als facettenreich, und nicht nur auf das fachliche Lernen beschränkt,

aufzufassen. Das *Forschende Lernen* fördert ebenso flexible Denkweisen, selbstgesteuertes Lernen und soziale Kompetenzen (Hmelo-Silver et al. 2007: 105) und „soll den Schülerinnen und Schülern zur Fähigkeit verhelfen, sich ihr Leben lang aktiv neues Wissen und neue Kompetenzen anzueignen“ (Bell 2010: 5). Auf diese Weise sollen die SchülerInnen zu einer erfolgreichen und produktiven Teilhabe an der heutigen Wissensgesellschaft befähigt werden.

5.6 Die Schaffung geeigneter Lernumgebungen

Forschendes Lernen ist als Prozess zu verstehen, „den es als Lern- und Arbeitshaltung auszubilden und zu entwickeln gilt und der in der Schule durch gezielt gestaltete Lernumgebungen angeregt wird“ (Roth/Weigand 2011: 5). Als Haupthindernis für effektive Lernprozesse sieht Bell (2010: 4) jedoch die „*mentale Passivität* (‚Abschalten‘), welche sich auch hinter äußerer Geschäftigkeit verbergen kann“. Hammann und Mayer (2012) empfehlen deshalb, den Fokus nicht nur auf praktische Tätigkeiten im Sinne eines „kochrezeptartigen“ Abarbeitens von Experimentieranleitungen zu legen („hands-on“), sondern den Forschungsprozess in bestimmten Phasen zu öffnen, damit die SchülerInnen kognitiv aktiviert werden und ihre Forschungstätigkeit bewusst reflektieren („minds-on“).

Eine zentrale Herausforderung scheint für die Lehrkraft also darin zu bestehen, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Offenheit des Erkenntnisprozesses und der notwendigen, an dem jeweiligen Lehr-Lern-Kontext angepassten Unterstützung zu finden, wie Colburn (2000: 43) betont: „Maximum learning probably occurs when the activities are ‚just right‘– cognitively challenging, but still doable“. Diese Schwierigkeit geht zunächst mit einem veränderten Rollenbild der Lehrperson einher, welche nicht länger „Repräsentant des für wichtig gehaltenen Lernstoffs“ (Bönsch 2018: 235) ist, sondern in die Rolle der „Unterstützerin von möglichst eigenständigen Lernprozessen“ (Mayer/Ziemek 2006: 8) wechselt. Anstatt Wissen zu vermitteln und zu instruieren, übernimmt die Lehrkraft die Moderation des Forschenden Lernens (ebd.) und die damit verbundenen Aufgaben des „Anregens, Fragenentwickelns, Strukturierens“ sowie der „Beratung“ (Bönsch 2018: 238). Es liegt in der Verantwortung der Lehrperson, eine geeignete Forschungsatmosphäre („climate of inquiry“) zu schaffen, wobei der affektiven Dimension des LehrerInnenverhaltens eine besondere Bedeutung zukommt:

> Teacher behaviors that engender a “climate of inquiry” may include a respect for student ideas (giving students ownership), the ability to listen and ask reflective questions, genuine interest in student thoughts, flexibility, giving thoughtful and regular constructive feedback, confidence in students’ abilities, and the ability to be fallible as the expert (Abrams et al. 2008: xxx).

In diesem Spannungsfeld zwischen Offenheit und Lenkung hat sich der levelbasierte Ansatz des Forschenden Lernens laut Abels und Koliander (2017: 58) besonders bewährt, „um der

Diversität von SchülerInnen konstruktiv zu begegnen“. Dieser bietet die Möglichkeit, den Grad der Strukturierung an den Vorkenntnissen und Bedürfnissen der LernerInnen zu orientieren, wobei die Aufgabenstellungen innerhalb einer Lerngruppe auch auf mehreren Levels gleichzeitig angeboten oder arbeitsteilig bearbeitet werden können (Abels/Koliander 2017: 58, Huber 2009: 17).

Das Forschende Lernen der SchülerInnen sollte je nach Öffnungsgrad durch verschiedene Formen von *Scaffolding* begleitet werden (Hmelo-Silver et al. 2007, Arnold et al. 2016). Einer Untersuchung Crawfords (2007) zufolge fühlen sich angehende Lehrpersonen in Bezug auf geeignete Strategien und Techniken jedoch wenig vorbereitet, weshalb sie auf professionelle Unterstützung angewiesen sind (ebd.: 637).

Die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden im Forschungsprozess betreffend, beschreibt Colburn (2000: 44) förderliche Verhaltensweisen, welche ebenso für einen sprachsensiblen Unterricht im Sinne des „Micro-Scaffoldings“ empfohlen werden (vgl. Kniffka 2010): offene Fragen stellen, dem Gegenüber nach der Fragestellung genügend Wartezeit einräumen, Schülerantworten wiederholen und paraphrasieren sowie bewertendes, ablehnendes oder entmutigendes Verhalten vermeiden. Materialbasierte *scaffolds* hingegen antizipieren mögliche Schwierigkeiten und werden im Vorfeld auf die Voraussetzungen der Lernenden abgestimmt (Bruckermann et al. 2017: 19), wie zum Beispiel Lösungsbeispiele (Kirschner et al. 2007), gestufte Lernhilfen bzw. Forschertipps und Concept Cartoons (Arnold/Kremer/Mayer 2016). In einer Untersuchung in der gymnasialen Oberstufe im Fach Biologie konnten Arnold et al. (2016) die Wirksamkeit von materialbasierten *scaffolds* bezüglich der Förderung des wissenschaftlichen Denkens und der Reduktion der kognitiven Belastung empirisch nachweisen. Der Einsatz von *scaffolds*, welche an den (bildungs-)sprachlichen Kompetenzen der jungen ForscherInnen ansetzen, wurde in der bisherigen Diskussion jedoch vernachlässigt.

6. Das Versuchsprotokoll - verbindendes Element zwischen sprachlichem und fachlichem Lernen

Das Protokollieren stellt eine bedeutsame „Erfassungs- und Dokumentationstechnik“ (Retzlaff-Fürst 2013: 312) dar, welche im naturwissenschaftlichen Unterricht insbesondere durch das Anfertigen von Versuchsprotokollen geschult werden kann. Dabei eignet sich die Textsorte *Versuchsprotokoll*, so werden die folgenden Ausführungen zeigen, um den naturwissenschaftsdidaktischen Ansatz des Forschenden Lernens mit bisherigen Überlegungen zum sprachsensiblen Fachunterricht zu verbinden.

6.1 Abgrenzung des Versuchsprotokolls als naturwissenschaftliche Textsorte

Jede Textsorte verfolgt bestimmte Zielsetzungen, durch welche sich die Struktur, die (fach-) spezifische Wissensorganisation als auch die sprachliche Ausgestaltung eines Textes begründen lassen (Beese/Roll 2013: 215, vgl. auch Kapitel 4.3.4).

Aus *linguistischer* Perspektive gehören Protokolle zunächst zu den informierenden Textsorten und erfolgen in der Großform des Berichts. Das Ziel eines Berichts besteht darin, ein Geschehen für die LeserInnen oder HörerInnen nach bestimmten Kriterien zu reduzieren, wobei die Ereignisfolge trotz der inhaltlichen Verkürzung verständlich und nachvollziehbar zu sein hat. Im Unterschied zu den Gesprächsprotokollen im Deutschunterricht, welche mündliche Kommunikationssituationen verschriftlichen, bezieht sich das Versuchsprotokoll im naturwissenschaftlichen Kontext auf nicht-sprachliche Ereignisse und Beobachtungen (Beese/Roll 2013: 215, Ricart Brede 2018: 339).

Aus *fachwissenschaftlicher* Sicht erfüllt das Versuchsprotokoll hierbei die Funktion, den Weg der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung so zu dokumentieren, „dass es einen Nachvollzug der Handlung und der Auswertung für Dritte ermöglicht“ (Busch/Ralle 2013: 283) und somit „eine spätere exakte Replikation des Versuches erlaubt“ (Krabbe 2015: 158). Der spezifische Zweck eines Versuchsprotokolls ist demnach „eine allgemeine naturwissenschaftliche Schlussfolgerung, die durch die präzise, auf das Wesentliche reduzierte Darstellung des Versuchs belegt wird“ (Beese/Roll 2015: 58). Nach Kraus und Stehlik (2008: 17) soll das Versuchsprotokoll dabei „Abbild einer gewissenhaften Forschung sein, die zwischen dem Vorgehen, der Beobachtung und der Deutung trennt“.

Diese Fähigkeit der SchülerInnen, Vorgehensweisen und Ergebnisse zu dokumentieren, ist zugleich von zentraler Bedeutung, um eigenverantwortliche Erkenntnis-, Problemlöse- und Lernprozesse zu fördern (Engl et al. 2014: 224). Denn die Erarbeitung naturwissenschaftlicher Phänomene hängt nicht nur von den angeführten Teilkompetenzen des wissenschaftlichen

Denkens ab (siehe Kapitel 5.1), sondern „gewinnt durch die Protokollierung an Stabilität und Dauerhaftigkeit“ (Engl et al. 2014: 224), wodurch sich die Lernenden ihren Erkenntnisweg nochmals vergegenwärtigen können (Retzlaff-Fürst 2013: 312). Auf dieses *didaktische* Potential der Textsorte *Versuchsprotokoll* soll im Folgenden näher eingegangen werden.

6.2 Das didaktische Potential des Versuchsprotokolls

Kraus und Stehlik (2008) bezeichnen das Versuchsprotokoll als eine „problematische Textsorte“ und schätzen den Lernerfolg beim klassischen Protokollieren als „eher bescheiden“ (ebd.: 17) ein. Das Protokollieren geht den Autoren zufolge mit mehreren didaktischen Problemen einher (ebd.: 18f.), unter anderem mit einem hohen Zeitaufwand und einer mangelnden Beliebtheit sowie geringen Motivation seitens der SchülerInnen (vgl. auch Bayrak et al. 2015: 177). An dieser Stelle ist daher zu fragen, worin die Lernpotentiale liegen, welche den häufigen Einsatz des Versuchsprotokolls im naturwissenschaftlichen Unterricht rechtfertigen.

Krabbe (2015: 155) verweist zwar auf den Umstand, dass die Struktur des Versuchsprotokolls in der Forschungswirklichkeit heutzutage kaum mehr genutzt wird, diese Form des Protokollierens aber dennoch „allgemein als ein didaktisches Modell anerkannt [wird], das die Vermittlung der naturwissenschaftlichen Methode des Experimentierens unterstützt“. Diesbezüglich hält Retzlaff-Fürst (2013: 312) fest:

> Die Lernenden werden durch das Protokollieren veranlasst, Aufgaben- und Problemstelllungen zu erfassen oder zu entwickeln, das Vorgehen bei Beobachtungen, Untersuchungen und Experimenten exakt zu planen, gewissenhaft durchzuführen und unter Verwendung der Fachsprache sowie grafischer Darstellungen korrekt zu lösen.

Indem das Experiment bzw. der Versuch in einem bewussten, nachträglichen Schreibprozess zu Papier gebracht wird, sind die Lernenden gefordert, ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und ihre Erkenntnisse zu ordnen, abzugleichen sowie sachlogische Bezüge herzustellen. Durch diese „retrospektive Übertragung- und Umstrukturierungsleistung“ können die epistemische Funktion des Schreibens (siehe Kapitel 4.3.4) im besonderen Maße befördert und kognitiv-reflexive Verarbeitungsprozesse angeregt werden (Krabbe 2015: 171f.).

Da das Versuchsprotokoll den Prozess der Erkenntnisgewinnung dokumentiert und folglich als ein „Element der Wissenssicherung“ (Busch/Ralle 2013: 283) dient, bietet das Protokollieren für die Lehrenden zudem die Möglichkeit, die Ergebnisse der SchülerInnen sowie ihre Verstehensprozesse nachzuverfolgen (Bayrak et al. 2015: 178). Auch bei Langzeituntersuchungen ist diese Funktion des Protokolls als „Gedächtnishilfe“ bedeutsam,

„weil nur auf diese Weise Erinnerung an sämtliche Phasen des Gesamtablaufs gesichert werden kann“ (Retzlaff-Fürst 2013: 312).

In Hinblick auf die Sprachbildung bietet die Textsorte *Versuchsprotokoll* außerdem den „Vorteil einer vorgegebenen funktionalen Gliederung, die mit unterschiedlichen Diskursfunktionen korreliert“ (Krabbe 2015: 157), wie im folgenden Kapitel ausführlich dargestellt wird. Aus sprachdidaktischer Sicht erlaubt diese konventionell festgelegte Struktur, die Schreibaufgabe „Versuchsprotokoll“ in Teilaufgaben zu zerlegen, wodurch die erforderlichen sprachlichen Handlungsmuster und Routinen separat ermittelt, eingeübt und durch reflektierende Aktivitäten kognitiv verankert werden können (Beese/Roll 2015: 59).

6.3 Konzeptionelle und sprachliche Merkmale eines Versuchsprotokolls

Aufgrund der Orientierung am naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess spiegelt die formale Struktur des Versuchsprotokolls die (lineare) Abfolge der Handlungsschritte (siehe Kapitel 5.4) wider (Pineker-Fischer 2017: 80). Allerdings wird die Frage, aus welchen Abschnitten ein Versuchsprotokoll aufgebaut ist, in der Literatur unterschiedlich beantwortet, wobei auch die Bezeichnungen für die einzelnen Gliederungsteile variieren. Als Mindestelemente des Versuchsprotokolls werden einstimmig die Durchführung, die Datenauswertung und die Diskussion genannt (u.a. Kraus/Stehlik 2008: 17, Busch/Ralle 2013: 289). Als weitere Textbausteine stellen Beese und Roll (2015: 58) die Fragestellung sowie die Hypothesenbildung voran, teils werden auch der Versuchsaufbau bzw. die Materialliste als eigene Textelemente angeführt (z. B. Bayrak et al. 2015: 179).

Als diese Protokollteile übergreifende, sprachliche Merkmale von Versuchsprotokollen gelten Pineker-Fischer (2017: 80) zufolge das Schreiben im Präsens sowie die Verwendung des Passivs oder von Man-Konstruktionen. Durch diese Kriterien wird eine unpersönliche Gestaltung des Versuchsprotokolls bewirkt, welche erlaubt, „in der Darstellung vom Einzelfall zu abstrahieren und eine möglichst allgemeine Perspektive auf den Prozess einzunehmen“ (Ricart Brede 2018: 343). Kraus und Stehlik (2008: 17) fügen hinzu, dass aufgrund des standardisierten Aufbaus von Überleitungen zwischen den einzelnen Textelementen abgesehen wird. In Bezug auf die Stilistik sollte des Weiteren auf eine „sprachliche und begriffliche Präzision“ (ebd.: 17) geachtet werden und somit „eine variantenreiche Sprache mit vielfältigen Synonymen durch die Festlegung auf eindeutige, klare Fachwörter vermieden werden“ (Krabbe 2015: 168).

Über diese allgemeinen Charakteristika hinaus können den einzelnen Protokollteilen verschiedene Diskursfunktionen zugeordnet werden, welche wiederum mit bestimmten

sprachlichen und übersatzmäßigen Mitteln der Bildungssprache einhergehen. In Anlehnung an Beese & Roll (2015), Bayrak et al. (2015), Boubakri et al. (2017) und Pineker-Fischer (2017) werden in Tabelle 2, die im Folgenden näher erläutert werden soll, formale und sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls in Verbindung gebracht.

Tabelle 2 Formale und sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls

Protokollteil	Diskursfunktionen	Sprachliche Mittel
Fragestellung	*fragen*	Fragewörter Entscheidungs- bzw. Ergänzungsfragen
Hypothese/n	*behaupten*	Konditionalsätze („wenn…, dann…“) verallgemeinernde Aussagesätze
Durchführung	*benennen, beschreiben*	Fachnomen, Fachverben temporale Ausdrücke („zuerst“, „dann“, etc.) unpersönliche Konstruktionen, Passiv finale Ausdrücke („damit“, „um… zu…“)
Datenauswertung	*beschreiben*	Adjektive zur qualitativen Beschreibung Konditionale („wenn…, dann…“) und temporale („als …“, „nachdem…“) Nebensätze Konjunktionalsätze („Man kann beobachten/feststellen, dass…“) fachtypische Darstellungsformen (z.B. Tabellen, Diagramme)
Diskussion der Ergebnisse	*argumentieren, verallgemeinern*	Kausalsätze Merksätze (je mehr… desto), Generalisierungen

Ein Versuchsprotokoll beginnt in der Regel damit, dass eine Wissenslücke bzw. ein bestimmtes Erkenntnisinteresse ausgedrückt und eine *Fragestellung* nach einem kausalen Zusammenhang zweier Variablen vorgebracht wird (Mayer et al. 2008: 67). Sprachlich betrachtet, sollten die Lernenden auf syntaktischer Ebene eine Forschungsfrage formulieren und dabei den entsprechenden Typ (Entscheidungs- oder Ergänzungsfrage) bzw. das passende Fragewort wählen (Beese/Roll 2015: 60). Dieser einleitende Abschnitt verlangt zudem ein bestimmtes Abstraktionsniveau, sodass zwar das Thema eingeführt, die Versuchspraxis selbst allerdings noch nicht fokussiert wird (Bayrak et al. 2015: 179).

Auf Grundlage der Forschungsfrage wird anschließend eine *Hypothese*, das heißt eine „begründete Vermutung“ (Arnold et al. 2013: 9), aufgestellt. Dazu „müssen Nebensätze gebildet werden […] und sprachliche Bezüge zur Fragestellung hergestellt werden“ (Pineker-Fischer 2017: 80). Die Fragestellung wird in einen verallgemeinernden Aussagesatz (z. B. „Kressesamen benötigen Wasser zur Keimung.“) oder in einen konditionalen Zusammenhang (z. B. „Wenn die Kressesamen nicht gegossen werden, dann keimen sie nicht.“) umformuliert

und es werden typische Satzmuster, wie „Ich vermute, dass“ oder „Ich nehme an, dass“, verwendet (Beese/Roll 2015: 60).

Der Abschnitt der *Versuchsdurchführung* entspricht einer Handlungs- oder Prozessbeschreibung, weshalb hauptsächlich (Fach-)Verben eingesetzt werden, welche die einzelnen experimentellen Handlungsschritte bezeichnen, sowie (Fach-)Begriffe für die verwendeten Geräte und Materialien. Busch und Ralle (2013: 289) zufolge ist dieser Teil des Versuchsprotokolls daher vor allem auf der Begriffsebene angesiedelt. „[V]or dem Hintergrund der Austauschbarkeit des Experimentierenden und der Reproduzierbarkeit des Experiments“ (Bayrak et al. 2015: 179) ist eine „objektivierende Darstellungsform“ wichtig, welche durch den Einsatz unpersönlicher Konstruktionen und des Passivs erreicht wird. Temporale Ausdrücke, z. B. Adverbien wie „vorher“, „dann“, „zuletzt“, strukturieren die zeitliche Abfolge und machen die Beschreibung nachvollziehbar (Pineker-Fischer 2017: 80.).

Bezüglich der Sprachhandlung handelt es sich bei der *Datenauswertung* ebenso um eine Beschreibung, bei welcher die „Resultate der im Teil der Durchführung dargestellten Handlungen bzw. Handlungsschritte im Zentrum [stehen], und zwar so, wie sie sich in der Wahrnehmung des Beobachters zeigen“ (Bayrak et al. 2015: 179). Es ist wichtig, die Beschreibung der Beobachtungen und Wahrnehmungen isoliert auszuweisen, um sie nicht mit den subjektiven Anteilen der Diskussion zu vermengen (Kraus/Stehlik 2008: 17), weshalb auf sprachlicher Ebene wiederum unpersönliche Konstruktionen bevorzugt werden. Es wird zum einen auf konditionale Satzmuster (z. B. „Wenn … dann“) zurückgegriffen, um die unabhängige Variable als Ursache und die abhängige Variable als Wirkung anzuführen (Boubakri et al. 2017: 337). Zum anderen wird die zeitliche Abfolge durch temporale Nebensätze „mit Hilfe von Konjunktionen, wie ‚*wenn, als, nachdem*‘ formuliert“ (Pineker-Fischer 2017: 80). Für den Beobachtungsteil sind außerdem Satzmuster wie „Man kann beobachten/sehen/feststellen/etc.“ typisch (ebd.). Adjektive und Steigerungsformen werden verwendet, um Sinneseindrücke oder physikalisch-chemische Eigenschaften zu beschreiben (Beese/Roll 2015: 61). Des Weiteren können fachtypische Darstellungsformen, wie Tabellen oder Diagramme, zum Einsatz kommen, um funktionale Zusammenhänge in den Messergebnissen zu präsentieren (ebd.).

„Da die gewonnenen Daten nicht für sich selbst stehen können“ (Arnold et al. 2013: 11), werden diese in der abschließenden *Diskussion* „in Hinblick auf die Hypothese interpretiert und bezüglich ihrer Produktion kritisch reflektiert“ (ebd.). Sowohl fachlich als auch sprachlich wird die *Diskussion der Ergebnisse* als der schwierigste Abschnitt des Versuchsprotokolls bewertet (u. a. Busch/Ralle 2013: 289, Boubakri et al. 2017: 343). In diesem Protokollteil steht die

Diskursfunktion *argumentieren* im Vordergrund, da es darum geht, Zusammenhänge zwischen den Beobachtungen und den theoretischen Hintergründen herzustellen: „Das bedeutet eine Abstraktion, in der das Wahrgenommene verstanden und in fachliche Kategorien überführt wird“ (Bayrak et al. 2015: 179). Mittels komplexer Haupt- und Nebensatzkonstruktionen, die mit kausalen Konjunktionen wie „*weil, darum, deshalb*“ eingeleitet werden, wird eine Antwort auf die Fragestellung gegeben. Weitere typische Merkmale des Auswertungsteils sind Generalisierungen, um bestimmte Zusammenhänge zu verallgemeinern, sowie Merksätze (z.B. „Je mehr …, desto …“) (Pineker-Fischer 2017: 80).

Das Versuchsprotokoll stellt insgesamt eine komplexe, aber dennoch klar strukturierte Textsorte dar, welche zugleich das Potential besitzt, das wissenschaftliche Denken der Lernenden zu fördern. Aus diesen Ausführungen sollte jedoch hervorgegangen sein, „dass SchülerInnen bereits über ein sehr umfangreiches sprachliches Wissen verfügen müssen, um Versuchsprotokolle verfassen zu können“ (Ricart Brede 2018: 345). Dem naturwissenschaftlichen Unterricht kommt deshalb die explizite Aufgabe zu, die konstituierenden Textbausteine des Versuchsprotokolls in ihrer Verbindung von Form und Funktion zu vermitteln, das heißt den Lernenden die Gelegenheit zu geben, sprachliche Mittel zur Realisierung bestimmter Handlungsschemata kennenzulernen und einzuüben (ebd.: 344).

7. Forschungsfragen

Bisherige Studien im Bereich der empirischen Unterrichtsforschung kommen zu dem Ergebnis, dass sich Sprach- und Fachlernen gegenseitig bedingen (Beese/Benholz 2013: 50) und deshalb unzureichende bildungssprachliche Kompetenzen ein wesentliches Lernhindernis im Fachunterricht darstellen. Für den Biologieunterricht ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die bildungssprachliche Entwicklung der Lernenden, im Sinne eines sprachsensiblen Fachunterrichts (u. a. Leisen 2013), explizit zu berücksichtigen und systematisch zu unterstützen.

Das Dissertationsprojekt *doing science <> talking science* von Mag. Bernhard Müllner, in welches die vorliegende Forschungsarbeit eingebettet ist, geht dabei von der Annahme aus, dass sich das Konzept des *Forschenden Lernens* in besonderem Maße für die Realisierung eines sprachsensiblen Biologieunterrichts eignet. Das Forschende Lernen orientiert sich, wie aus den theoretischen Ausführungen hervorgegangen ist, an der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und wird zur Förderung des wissenschaftlichen Denkens (Mayer 2007) empfohlen (Mayer/Ziemek 2006, Bruckermann et al. 2017). Im naturwissenschaftsdidaktischen Diskurs herrscht zwar weitgehend Einigkeit, dass diese Lehr- und Lernmethode aufgrund ihrer inhaltlichen Komplexität einer Strukturierung und Unterstützung durch Lernhilfen (*scaffolds*) bedarf, die Bedeutung sprachlicher Kompetenzen als Einflussfaktor auf das Forschende Lernen wurde bisher jedoch vernachlässigt und soll daher in den Fokus dieser empirischen Untersuchung rücken.

Eine wichtige Rolle spielt hierbei das „im naturwissenschaftlichen Unterricht derzeit Hochkonjunktur erfahrende Versuchsprotokoll“ (Ricart Brede 2018: 338), welchem das Potential zugeschrieben wird, nicht nur den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess, sondern auch das sprachliche Lernen der Kinder und Jugendlichen zu begünstigen (Bayrak et al. 2015). Auch wenn von Seiten der Sprach- und Fachdidaktiken bereits verschiedene Ansätze zur Arbeit mit Versuchsprotokollen vorgebracht wurden, stellt eine „Didaktik des Versuchsprotokolls, die auf der Grundlage empirischer (linguistischer) Erkenntnisse beruht“ (Ricart Brede 2014: 96), nach wie vor ein Forschungsdesiderat dar.

Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, diese Forschungslücke zu schließen, weshalb das Hauptaugenmerk auf einer linguistischen Analyse von schülerseitigen, im Rahmen des Forschenden Lernens verfassten Versuchsprotokollen liegt. Ziel dieser Untersuchung ist es, die beim Verfassen von Versuchsprotokollen auftretenden sprachlichen und fachlichen Hürden zu identifizieren.

Dadurch soll die Grundlage für die Entwicklung geeigneter Unterstützungsangebote geschaffen werden, mit deren Hilfe diese Hindernisse von den Lernenden in Zukunft besser bewältigt werden können.

Aus diesem Forschungsvorhaben leiten sich folgende Fragestellungen ab, die im Spannungsfeld zwischen den sprachlichen Anforderungen des Forschenden Lernens einerseits und fachlicher Leistungsfähigkeit andererseits zu verorten sind:

- *Welchen (bildungs-)sprachlichen Hürden begegnen SchülerInnen bei der Erstellung von Versuchsprotokollen auf semantisch-lexikalischer, syntaktischer und textueller Ebene?*
- *Welche Unterstützungsmaßnahmen bzw. -werkzeuge eignen sich für die Praxis eines Sprachsensiblen Forschenden Lernens, um die SchülerInnen bei der Bewältigung dieser sprachlich-fachlichen Anforderungen zu unterstützen?*

8. Methodik

8.1 Forschungsdesign

Um Einsicht zu gewinnen, inwieweit die (bildungs-)sprachlichen Voraussetzungen der Lernenden Einfluss auf das Verfassen von Versuchsprotokollen nehmen und welche konkreten fachlich-sprachlichen Hürden dabei auftreten, wurde eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Forschungsansätzen gewählt. Den Ausgangspunkt dieser empirischen Studie bilden hierzu 48 Versuchsprotokolle, die von SchülerInnen der zehnten Jahrgangsstufe zweier Wiener Gymnasien im Rahmen des Biologieunterrichts angefertigt wurden.

Das Forschungsdesign orientiert sich am Konzept des *Scaffolding*, welches ein wesentliches Leitprinzip eines sprachsensiblen Biologieunterrichts darstellt (vgl. Kapitel 4.3.1). In Anlehnung an Kniffka (2010) und Pineker-Fischer (2017: 100) gliedert sich das Forschungsvorhaben, wie in Abbildung 6 ersichtlich, in die folgenden Schritte:

1) *Bedarfsanalyse*, 2) *Lernstandserfassung*, 3) *Diagnose der Diskrepanz* und 4) *Entwicklung* geeigneter Unterstützungsangebote.

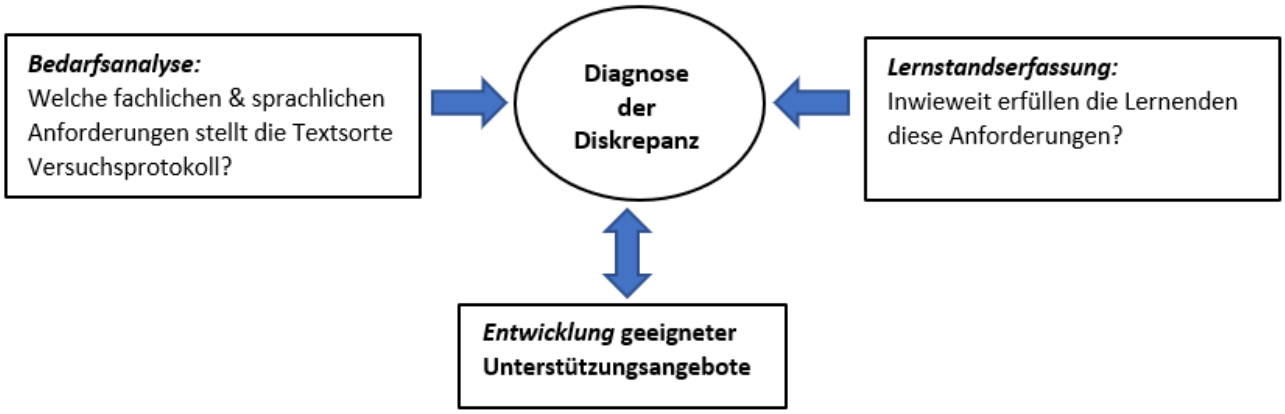


Abbildung 6 Forschungsdesign

Als theoretische Vorarbeit wurde im Zuge der *Bedarfsanalyse* eruiert, welche (bildungs-) sprachlichen als auch fachlichen Anforderungen die Lernaufgabe, ein Versuchsprotokoll zu verfassen, an die SchülerInnen stellt. Durch eine umfassende Literaturrecherche konnte das Versuchsprotokoll als charakteristische naturwissenschaftliche Textsorte näher bestimmt und abgegrenzt werden, wobei die Ergebnisse bereits im Kapitel 6 aufbereitet wurden.

Den Schwerpunkt dieser empirischen Untersuchung bildete die *Lernstandserfassung*, im Rahmen welcher die bei der Erstellung von Versuchsprotokollen potentiell auftretenden Hürden aufgedeckt werden sollten. Hierzu wurde auf ein Analyseinstrument (Müllner/Möller angenommen) zurückgegriffen, welches im Dissertationsprojekt *doing science <> talking*

science entwickelt wurde und eine Auswertung der Versuchsprotokolle in Hinblick auf deren sprachliche als auch fachliche Qualität erlaubte.

Zur Bereitstellung effektiver Hilfsangebote im Sinne des *Scaffolding*-Konzepts war es ferner erforderlich, die *Diskrepanz* zwischen den Anforderungen der Lernaufgabe *Versuchsprotokoll* einerseits und der erfassten Qualität der schülerseitigen Versuchsprotokolle andererseits in den Blick zu nehmen. Zunächst erfolgte eine quantitative Auswertung der mithilfe des Analyseinstruments gewonnenen Daten, welche anschließend um eine qualitative Textanalyse von exemplarischen Protokollausschnitten ergänzt wurde. Auf diese Weise sollten nähere Hinweise darauf gefunden werden, wie sich die Zusammenhänge zwischen den festgestellten sprachlichen und fachlichen Schwierigkeiten gestalten.

Zuletzt soll auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse zukunftsweisend diskutiert werden, welche Unterstützungsmaßnahmen sich für eine linguistisch fundierte Didaktik des Versuchsprotokolls ableiten lassen. Da diese empirische Arbeit vorrangig intendiert, die „Stolpersteine" des Versuchsprotokolls zu identifizieren und damit die Vorarbeit für eine sprachsensible Gestaltung des Forschenden Lernens zu leisten, können nur erste Empfehlungen für die *Entwicklung* geeigneter Unterstützungsangebote gegeben werden.

8.2 Datenaufnahme

8.2.1 Rahmenbedingungen und Auswahl der Stichprobe

Für die vorliegende Studie durfte auf ein Korpus von schülerseitigen Versuchsprotokollen zugegriffen werden, welches im Kontext des zuvor erwähnten Dissertationsprojekts angelegt worden ist. Die zur Analyse herangezogene Stichprobe umfasste 48 Versuchsprotokolle, die von SchülerInnen der zehnten Schulstufe zweier Wiener Gymnasien im Rahmen des Forschenden Lernens ohne sprachsensible Unterstützungsangebote verfasst worden sind. Um die Anonymität der TeilnehmerInnen zu wahren, werden die beiden Gymnasien in den weiteren Beschreibungen ausschließlich als *Schule A* und *Schule B* bezeichnet.

Bei *Schule A* handelt es sich um ein innerstädtisches Oberstufenrealgymnasium, wobei dieses aufgrund einer Schulzusammenlegung im Jahre 2017 nicht länger in seiner damaligen Form besteht (Schulhomepage, Stand 2019). Hervorzuheben ist, dass von den insgesamt 28 Versuchsprotokollen, die im Verlauf des Schuljahrs 2012/13 an *Schule A* verfasst worden sind, lediglich fünf Texte von Lernenden mit Deutsch als Erstsprache stammen.

Schule B ist eine Oberstufenform mit Begabungsförderungsmodell, in welcher der Unterricht von der sechsten bis achten Klasse in einem modularen System erfolgt. Forschendes Lernen, autonomes Arbeiten sowie die Förderung anwendungsorientierter Kompetenzen gelten als

wichtige Unterrichtsprinzipien, wobei „Naturwissenschaftliches Forschen“ sogar als Unterrichtsgegenstand angeboten wird (Schulhomepage, Stand 2019). In Hinblick auf die sprachlichen Voraussetzungen kann die SchülerInnenschaft von *Schule B* als eher homogen angesehen werden. Dies zeigt sich unter anderem in der Tatsache, dass die 21 untersuchten Versuchsprotokolle aus dem Zeitraum von 2015 bis 2016 allesamt von SchülerInnen mit Deutsch als Erstsprache erstellt wurden.

In Bezug auf die Multilingualität im Klassenzimmer weisen die beiden Schulen folglich große Unterschiede auf, die Vergleichbarkeit der Versuchsprotokolle ist jedoch insofern gegeben, als alle SchülerInnen von derselben Lehrkraft unterrichtet wurden und ihre Forschungen zu denselben Themengebieten durchgeführt haben. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Verteilung der Versuchsprotokolle nach Geschlecht und sprachlichen Voraussetzungen (Deutsch als Erst- oder Zweitsprache) ihrer VerfasserInnen.

Tabelle 3 Zusammensetzung der Stichprobe

	Deutsch als Erstsprache	**Deutsch als Zweitsprache**	**Gesamtanzahl**
Männlich	18	9	27
Weiblich	8	13	21
Gesamtanzahl	26	22	48

Die Rahmenbedingungen, unter welchen die Protokolle verfasst wurden, sind experimenteller Natur. Im „Biologie-Labor“ arbeiteten die SchülerInnen in kleinen Gruppen zusammen und führten auf selbstständige Weise Forschungen zu drei verschiedenen Themengebieten durch, wobei die Aufgabenstellungen im Folgenden näher beschrieben werden:

- **Samenkeimung:** Im Zuge dieses „Biologie-Labors“ hatten die Lernenden die Aufgabe, herauszufinden, welche Bedingungen für das Keimen von Pflanzensamen „günstig“ sind. Die SchülerInnen sollten selbst verschiedene Hypothesen aufstellen und ein Experiment entwickeln, um diese zu überprüfen. Hierzu wurden ihnen folgende Materialien zur Verfügung gestellt: Kresse-Samen, Erde, Watte und Pflanzschälchen.

  Mithilfe dieser Materialien war es den Lernenden möglich, mehrere Versuchsreihen anzulegen, um den Einfluss unterschiedlicher Variablen, wie z. B. der Wasserzufuhr oder der Umgebungstemperatur, auf die Samenkeimung zu testen.

- **Ermittlung der Mechanorezeptoren:** Beim Forschenden Lernen zum *Tastsinn* waren die Lernenden gefordert, in Partnerarbeit die Mechanorezeptoren der Haut im Bereich des Oberarms und der Fingerspitzen zu ermitteln. Hierzu sollten die SchülerInnen die beiden Spitzen eines Zirkels auf eine vorgegebene Distanz einstellen und mit diesen vorsichtig die Fingerspitzen bzw., in einem zweiten Versuch, den Oberarm des Partners bzw. der Partnerin berühren. In einer Tabelle sollte jeweils festgehalten werden, ob die Zirkelspitzen von der Versuchsperson als zwei getrennte Berührungspunkte wahrgenommen wurden. Der Abstand der Zirkelspitzen sollte anschließend schrittweise verringert werden, bis diese nur mehr als ein Berührungspunkt empfunden wurden. Für die Lernenden sollte ersichtlich werden, dass das räumliche Auflösungsvermögen für taktile Reize je nach Körperregion variiert. Die fachwissenschaftliche Erklärung dafür ist, dass sich die ungleichmäßig über den Körper verteilten Mechanorezeptoren in der Größe ihrer rezeptiven Felder unterscheiden (Alzheimer 2008).
- **Ermittlung der Geschmacksqualitäten:** Im Rahmen des „Biologie-Labors“ zum Thema *Geschmackssinn* untersuchten die Lernenden die Wahrnehmung der unterschiedlichen Geschmacksqualitäten (süß, sauer, salzig, bitter, umami) auf der Zunge. Dazu sollte der bzw. die VersuchsleiterIn zunächst die Augen der Versuchsperson verbinden und danach mit einem Strohhalm Proben der verschiedenen Geschmacksrichtungen auf die Zungenspitze als auch auf das Hinterende der Zunge auftragen. Die Versuchsperson sollte angeben, wo auf der Zunge die Geschmacksqualitäten jeweils am intensivsten wahrgenommen wurden, wobei die Ergebnisse in einer Tabelle festgehalten und anschließend in eine Skizze der Geschmackszonen der Zunge überführt werden sollten. In einem zusätzlichen Versuch wurde der Einfluss des Geruchsinns auf das Geschmacksempfinden geprüft, indem Proben verschiedener Fruchtsäfte sowohl bei geöffneter als auch bei geschlossener Nase identifiziert werden sollten.

Nach der Durchführung der Forschungen wurden die Versuchsprotokolle zumeist in Einzelarbeit verfasst und in einer digitalen Version zur Bewertung abgegeben. Auf welche Art und Weise die Textsorte *Versuchsprotokoll* zuvor im Unterricht eingeführt bzw. thematisiert wurde, ist der Verfasserin dieser Arbeit nicht bekannt. Aus einer näheren Betrachtung der Protokolle geht allerdings hervor, dass der Großteil der SchülerInnen mit der Gliederung in einzelne Textabschnitte und deren entsprechenden Bezeichnungen (Fragestellung, Hypothese, etc.) vertraut gewesen sein dürfte. Fest steht zudem, dass den Lernenden keine expliziten sprachsensiblen Unterstützungsangebote an die Hand gegeben wurden.

8.2.2 Anonymisierung der Versuchsprotokolle

Die Versuchsprotokolle wurden anonymisiert und von etwaigen Kommentaren und Korrekturen der Lehrkraft bereinigt, ehe sie dieser Untersuchung zur Verfügung gestellt wurden. Dabei wurde jedes Versuchsprotokoll mit einem Protokollcode versehen, der sich aus mehreren Informationseinheiten zusammensetzt und Rückschlüsse auf den Verfasser bzw. die Verfasserin erlaubt. Die für diese Untersuchung relevanten Informationen sollen anhand des in Abbildung 7 ersichtlichen Protokollcodes exemplarisch erläutert werden.

Abbildung 7 Anonymisierung mittels Protokollcode

Aus dem angeführten Protokollcode geht hervor, dass das betreffende Versuchsprotokoll aus einer 6. Klasse (*6*) stammt und sich auf das Forschungsthema *Geschmack* bezieht. Das Protokoll wurde zudem von einem männlichen Lerner (*m*) mit Deutsch als Erstsprache (*dam*) verfasst. Handelt es sich, wie in diesem konkreten Fall, um ein Protokoll aus Schule B, so erweitert sich der Protokollcode an seinem rechten Ende um das Kürzel *ps*. Bei Protokollen, die aus Schule A stammen, ist dieses Kürzel nicht vorhanden.

8.2.3 Das Analyseinstrument zur Bewertung der Textqualität von Versuchsprotokollen

Die Untersuchung der anonymisierten Protokolle erfolgte, wie bereits erwähnt, mithilfe eines Analyseinstruments, welches im Dissertationsprojekt *doing science <> talking science* unter Leitung von Herrn Mag. Müllner entwickelt wurde. Es handelt sich um ein standardisiertes Methodenwerkzeug (Müllner/Möller angenommen), welches in erster Linie für die wissenschaftliche Textanalyse von Versuchsprotokollen konzipiert wurde.

Da die Qualität eines Versuchsprotokolls sowohl von (bildungs-)sprachlichen Fähigkeiten als auch von den Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung abhängt (siehe Kapitel 6), vereint das eingesetzte Methodenwerkzeug sprachliche als auch fachliche Analysen. Zur Entwicklung des Analyseinstruments wurden deshalb sowohl sprach- als auch naturwissenschaftsdidaktische Überlegungen herangezogen (Müllner/Möller angenommen). Von sprachdidaktischer Seite wurden die *Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache* von Fröhlich, Döll & Dirim (2014) und die *Prozessbegleitende*

Diagnose schriftsprachlicher Fähigkeiten auf der Sekundarstufe I von Reich (2011) berücksichtigt, wobei beide Modelle als lehrerseitige Beobachtungsverfahren zur Ermittlung des Sprachstands entworfen wurden. Auf sprachlicher Ebene orientiert sich der Analyseraster des Weiteren an dem *Erhebungsinstrument zur Erfassung von Fachsprache* (Nitz et al. 2012) sowie an Tajmels (2017) Explorationsstudie zur Sprachhandlungsfähigkeit. Aus fachlicher Sicht bezieht sich dieses Methodenwerkzeug auf das *Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung* (Mayer et al. 2008), welches die Teilkompetenzen des wissenschaftlichen Denkens in Niveaustufen unterteilt.

Im Fokus der Textuntersuchung mittels Analyseinstrument steht die Frage, inwiefern es den Lernenden gelingt, die mit der Textsorte *Versuchsprotokoll* verbundenen kommunikativen Absichten und Funktionen in Form von sprachlichen Handlungen zu realisieren. Aus sprachdidaktischer Perspektive rückt deshalb die grammatische Korrektheit der SchülerInnentexte im Sinne eines gezielten Abprüfens des Deutschen (z. B. Deklination von Nomen) in den Hintergrund, vielmehr soll „die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zum sprachlichen Handeln in der deutschen Sprache“ (Fröhlich et al. 2014: 9) ermittelt werden[9].

Die Analyse der Versuchsprotokolle umfasst die folgenden drei Hauptkategorien, welche deduktiv aus der sprachdidaktischen Literatur (u. a. Reich 2008) abgeleitet wurden:

1. Lexik und Semantik
2. Syntax
3. Textualität

Es wird davon ausgegangen, dass sich das Register *Bildungssprache* auf diesen drei Ebenen manifestiert und eine entsprechende Bewertung somit Rückschlüsse auf die bildungssprachliche Nähe bzw. Ferne der SchülerInnentexte erlaubt. Die angeführten Hauptkategorien werden jeweils auf die folgenden fünf Protokollteile, welche die Etappen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung widerspiegeln (siehe Kapitel 5.4), angewandt: A) *Forschungsfrage formulieren*, B) *Hypothese/n aufstellen*, C) *Durchführung*, D) *Datenauswertung*, E) *Diskussion der Ergebnisse*.

Während die Hauptkategorie *Lexik & Semantik* mit der Detailanalyse der Fachsprachlichkeit nur eine Unterkategorie aufweist, können die Hauptkategorien *Syntax* und *Textualität* je nach Protokollteil eine unterschiedliche Anzahl an Unterkategorien aufweisen, wie in Tabelle 4 ersichtlich. In der Hauptkategorie *Syntax* erfolgt in allen Protokollteilen eine Detailanalyse des

[9] In Hinblick auf die Schreibförderung von Zweitsprachenlernenden sieht auch Wilhelm Grießhaber (2014) die Notwendigkeit einer gewissen „Fehlertoleranz“ und empfiehlt insbesondere ein „entspanntes Verhältnis zu grammatischen und orthografischen Fehlern“ (ebd.: 234).

Satzgefüges, des Tempus sowie der Flexion. Eine Detailanalyse der unpersönlichen Konstruktionen ist im Analyseraster hingegen ausschließlich für den Protokollteil *Durchführung* vorgesehen.

In der Hauptkategorie *Textualität* wird neben dem Sprachregister auch die jeweilige Teilkompetenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in den Blick genommen, sodass das Fachlernen der SchülerInnen nicht von sprachlichen Phänomenen isoliert betrachtet wird. Des Weiteren tritt eine Grobanalyse der Textlänge (mittlere Satzlänge) hinzu, wodurch der Annahme von Knopp et al. (2013), dass der Faktor *Textlänge* mit der *Textqualität* korreliert, Rechnung getragen werden soll. Als Besonderheit des Protokollteils *Datenauswertung* erfolgen auf textueller Ebene zudem Detailanalysen der realistisch-bildlichen, logisch-bildlichen und tabellarischen Darstellungsformen. Das Analyseinstrument liefert folglich wichtige Hinweise auf den schülerseitigen Umgang mit non-verbalen Repräsentationsformen, welche als wesentliche Bestandteile naturwissenschaftlicher Fachkommunikation erachtet werden (Nitz et al. 2012).

Tabelle 4 Überblick der Haupt- und Unterkategorien (Müllner/Möller angenommen)

	Hauptkategorie	**Unterkategorie**
1	Lexik & Semantik	(Detailanalyse der Fachsprachlichkeit) *
2	Syntax	Detailanalyse des Satzgefüges *
		Detailanalyse des Tempus *
		Detailanalyse der Flexion *
		Detailanalyse der unpersönlichen Konstruktion **
3	Textualität	Grobanalyse des Sprachregisters *
		Detailanalyse der Teilkompetenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung *
		Detailanalyse der realistischen bildlichen Darstellungsform ***
		Detailanalyse der logischen bildlichen Darstellungsform ***
		Detailanalyse der tabellarischen Darstellungsform ***

* Unterkategorie in allen Protokollteilen.
** Unterkategorie ausschließlich im Protokollteil *Durchführung*.
*** Unterkategorie ausschließlich im Protokollteil *Datenauswertung*.

Um qualitative Unterschiede der Protokollierfähigkeit der Lernenden erfassen zu können, definiert der Analyseraster für die angeführten Unterkategorien jeweils vier Niveaustufen (0-1-2-3), welche wiederum die Grundlage für die Bewertung bilden. In Bezug auf die Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ist anzumerken, dass sich die Definitionen der entsprechenden Niveaustufen am Kompetenzmodell nach Mayer et al. (2008) orientieren.

8.2.4 Handhabung des Analyseinstruments

Bevor mit der empirischen Untersuchung der Versuchsprotokolle begonnen wurde, fand ein Treffen mit dem Projektleiter Mag. Bernhard Müllner statt, im Rahmen dessen die Handhabung des Analyserasters sowie die einzelnen Kategorien im Detail besprochen wurden. Einführende Hinweise zum Umgang mit diesem Analyseinstrument und den dabei zu beachtenden Kodierregeln finden sich auch im Analyseraster selbst und sollen im Folgenden näher erläutert werden, um den Ablauf der Textauswertung möglichst transparent darzustellen.

Wie oben erwähnt, gliedert sich jede Unterkategorie in vier Niveaustufen, wobei Niveau 0 dem niedrigsten und Niveau 3 dem höchsten Kompetenzniveau entspricht. Im Analyseraster werden die Anforderungen der Niveaustufen für die jeweiligen Unterkategorien beschrieben und mithilfe von Ankerzitaten veranschaulicht, damit der entsprechende Erwartungshorizont abgesteckt und die Kategorisierung dadurch möglichst reliabel gestaltet wird (siehe Abbildung 8). Die Ankerzitate entstammen dem Korpus schülerseitiger Versuchsprotokolle, welches der Genese des Analyseinstruments zugrunde lag, und wurden sprachlich nicht geglättet.

Wie in Abbildung 8 ersichtlich, impliziert die Niveaustufe 0, dass das beschriebene sprachliche bzw. fachliche Phänomen im jeweiligen Protokollteil nicht vorhanden ist. Die Vergabe der höchsten Niveaustufe 3 setzt hingegen voraus, dass die mit einer bestimmten Unterkategorie einhergehenden sprachlichen bzw. fachlichen Anforderungen (durchgehend) erfüllt werden.

	☐	☐	☐	☐
A 2.2. Detailanalyse des Tempus	*Kein Einsatz des Präsens.*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*
		„Das Ziel des Versuches ***ist*** es die Zellstrukturen zu erkennen und zu beobachten. Wir ***untersuchten*** den Zelltyp und wir ***mussten*** herausfinden wodurch die grüne Farbe der Blätter zustande kommt." [6_Mikroskopie_3m_f]	„Ziel des Versuches ***ist*** es die Teilungsstadien der Zwiebelwurzelspitze unter dem Mikroskop zu erkennen. Man ***möchte herausfinden*** wie diese Teilungsstadien unter dem Mikroskop ***aussehen***. Ich ***möchte*** die Frage, ob sich die Zelle ***bewegte***, beantworten." [6_Zellkernteilung_2w]	„In der Haut ***sind*** viele Tastkörperchen ***verteilt***, diese ***nehmen*** Berührungen, Druck, Spannung und Temperaturunterschiede ***wahr***. Bei diesen Versuch ***möchte*** man ***herausfinden*** ab wie vielen mm bzw. cm man zwei getrennte Berührungspunkten nicht mehr ***spürt***." [6_Tasten_2w]

Abbildung 8 Auszug aus dem Analyseraster (Müllner/Möller angenommen)

Die Auswertung wird vom Grundsatz geleitet, dass sobald ein beschriebenes sprachliches bzw. fachliches Phänomen in einer Kategorie vom Lernenden verwendet wird, die entsprechende Niveaustufe anzukreuzen ist. Diese Kodierregel gilt ebenso, wenn das sprachliche bzw. fachliche Phänomen im jeweiligen Protokollteil nur ein einziges Mal vorkommt bzw. nicht durchgehend korrekt verwendet wird. Den sprachdidaktischen Hintergrund bildet hierbei die Annahme, dass bei der Verwendung eines fortgeschrittenen sprachlichen Phänomens „die in der Aneignungsfolge voranstehenden sprachlichen Phänomene bereits angeeignet sind" (Fröhlich et al. 2014: 10).

Das Analyseinstrument (Müllner/Möller angenommen) dient somit vorrangig der Feststellung, welche sprachlichen und fachlichen Phänomene die Lernenden bei der Erstellung ihrer Versuchsprotokolle aktiv gebrauchen und auf welcher Niveaustufe diese zu verorten sind. Das Meta-Wissen über den Einsatz bestimmter sprachlicher bzw. fachlicher Phänomene (z. B. „*Wieso werden Versuchsprotokolle im Präsens geschrieben*?“*)* liegt hingegen außerhalb des Erhebungsbereiches dieses Analyserasters (ebd.).

8.3 Datenauswertung

8.3.1 Quantitativer Zugang

Um einen ersten Überblick über die mittels Analyseraster vorgenommenen Kodierungen zu gewinnen, wurden die für jedes Versuchsprotokoll vergebenen Niveaustufen in eine Excel-Tabelle eingetragen, welche im Anhang (Punkt 14.5) zu finden ist. Diese Excel-Tabelle wurde in die Software *IBM SPSS Statistics* übertragen, sodass statistische Auswertungen vorgenommen werden konnten. Die dazu notwendige Expertise wurde aus Duller (2013) und Eckstein (2012) herangezogen.

Bei der quantitativen Auswertung war es aufgrund des großen Umfangs des Datensatzes allerdings erforderlich, den Fokus ausschließlich auf diejenigen Unterkategorien zu legen, bei welchen die größten schülerseitigen Schwierigkeiten festgestellt werden konnten. Unter Rückgriff auf eindimensionale Häufigkeitsverteilungen der vier Niveaustufen konnten die Unterkategorien mit den größten Anteilen an niedrigen Bewertungen ausfindig gemacht und folglich als „Stolpersteine“ klassifiziert werden. Bei denjenigen Unterkategorien, die über alle Protokollteile hinweg bewertet wurden, wurden die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen der Niveaustufen im Anschluss miteinander verglichen. Auf diese Weise konnte kontrolliert werden, ob etwaige sprachliche Hürden im gesamten Versuchsprotokoll oder aber nur in bestimmten Protokollteilen auftraten.

Wenn das in einer Unterkategorie betrachtete sprachliche Phänomen laut einschlägiger sprachdidaktischer Literatur besondere Schwierigkeiten für SchülerInnen nichtdeutscher Erstsprache vermuten ließ, wurden die Niveauverteilungen zudem mittels Kontingenztafeln nach dem Kriterium Deutsch als Erstsprache bzw. Deutsch als Zweitsprache differenziert. Aus dieser Gegenüberstellung konnte abgelesen werden, ob das betreffende sprachliche Phänomen innerhalb der SchülerInnengruppe der Zweitsprachenlernenden tatsächlich mit niedrigeren Niveaustufen bewertet wurde.

8.3.2 Qualitative Diagnose

Bei der anschließenden qualitativen Diagnose wurden mehrere exemplarische Protokollauszüge einer detaillierteren Textanalyse und -beschreibung unterzogen, um der Frage nachzugehen, wie die mittels quantitativer Auswertung festgestellten sprachlichen und fachlichen Hürden zusammenwirken. Ein ähnliches Vorgehen verfolgten auch Boubakri et al. (2017), welche im Zuge des interdisziplinären Forschungsprojekts SchriFT den Zusammenhang zwischen fachlichen Kompetenzen und Textsortenkompetenz am Beispiel des Versuchsprotokolls untersuchten. Für die qualitative Diagnose wurden, wie auch in Tajmels (2017: 321ff.) Explorationsstudie von schülerseitigen Beschreibungen eines physikalischen Phänomens, bewusst extreme Fälle herangezogen, um die Spannbreite der Textprodukte zu verdeutlichen. Die Auswahl dieser exemplarischen Textstellen gliedert sich nach den einzelnen Protokollteilen, sodass die Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in Zusammenhang zu ihren spezifischen sprachlichen Anforderungen gesetzt werden können. Durch eine Betrachtung dieser Textausschnitte auf mehreren linguistischen Ebenen soll gleichzeitig ein Verständnis dafür aufgebaut werden, inwieweit sich die jeweiligen sprachlichen Phänomene gegenseitig beeinflussen.

Durch die Detailanalyse der Textauszüge sollen den LeserInnen nicht nur die „Stolpersteine" des Versuchsprotokolls aufgezeigt werden, sondern ebenso die sprachlichen bzw. fachlichen Kriterien, durch welche sich gelungene Texte auszeichnen. Auf diese Weise soll die Diskrepanz zwischen den sprachlich-fachlichen Anforderungen des Versuchsprotokolls als *Lernziel* und den identifizierten Schwierigkeiten als potentielle *Lernausgangslage* besonders deutlich werden (siehe Kapitel 8.1). Von diesem Vergleich ausgehend, kann der Einsatz geeigneter Lernhilfen und Unterstützungsmaßnahmen entsprechend geplant bzw. modifiziert werden (Pineker-Fischer 2017: 99f).

8.4 Methodenreflexion und Limitation

Im Fokus dieser empirischen Forschungsarbeit stand die Bewertung von schülerseitigen Versuchsprotokollen mittels des in Kapitel 8.2.3 beschriebenen Analyserasters (Müllner/Möller angenommen). Krabbe (2015: 120) verweist auf die Problematik, dass die Bezeichnung *Versuchsprotokoll* in der Unterrichtspraxis und der fachdidaktischen Literatur für die schriftliche Protokollierung unterschiedlicher methodischer Vorgangsweisen (Versuch, Experiment, Beobachtung, Untersuchung, etc.) mit einer scheinbar gleichbleibenden linearen Abfolge verwendet wird. Diesbezüglich ist anzumerken, dass das vorliegende Analyseinstrument auf die experimentelle Erkenntnisgewinnung hin ausgerichtet ist und sich

deshalb vorrangig zur Bewertung von Protokollen eignet, welche aus experimentellen Untersuchungsbedingungen hervorgegangen sind.

Grundsätzlich basiert der Analyseraster auf der Annahme, dass sich die Qualität der schülerseitigen Schriftprodukte sowohl auf fachlicher als auch auf sprachlicher Ebene manifestiert und diese Betrachtungsweisen in der Analyse daher zusammengeführt werden müssen. Boubakri et al. (2017) entwickelten für ihre Untersuchung von Versuchsprotokollen hingegen ein Kategoriensystem, welches fachsprachliche und sprachliche Strukturen getrennt voneinander betrachtet, „um Rückschlüsse auf die Verbindung von fachsprachlichem und fachlichem Wissen ziehen zu können“ (ebd.: 343). Beese und Benholz (2013: 43f.) verweisen allerdings auf die grundlegende Schwierigkeit einer „getrennten Messung fachlicher und sprachlicher Lernzuwächse“. Diese fehlende Trennschärfe ergibt sich daraus, dass fachliches Wissen stets auf der Grundlage von sprachlichen Kompetenzen realisiert wird und sich fachliche Defizite umgekehrt auch auf die sprachliche Umsetzung auswirken (ebd.).

Eine Begründung für das empirische Vorgehen der vorliegenden Studie findet sich auch bei Tajmel (2017: 327), welche die Relevanz einer Verbindung fachlicher und sprachlicher Analysen anhand des folgenden Beispielssatzes aufzeigt: „Zwei Massen stoßen einander ab“. Betrachtet man diesen Beispielsatz aus einer sprachdidaktischen Perspektive, so ist dieser nicht nur als sprachlich korrekt, sondern aufgrund des Einsatzes eines Reflexivpronomens und der Einhaltung der Verbklammer auch als anspruchsvoll zu bewerten. Auf fachlicher Ebene ist die betrachtete Aussage allerdings falsch, da Massen einander nur anziehen, nicht aber abstoßen können (Tajmel 2017: 327).

Bei dem eingesetzten Analyseraster handelt es sich um ein Methodenwerkzeug, welches bisher nur im Rahmen einer Bachelorarbeit am AECC Biologie pilotiert wurde. Weitere empirische Evaluationen dieses Analyseinstruments sind noch ausständig, weshalb es auch Aufgabe der vorliegenden Masterarbeit ist, zu dessen Optimierung beizutragen. Hierzu fand nach der Auswertung der ersten Hälfte der Versuchsprotokolle (n=25) ein Treffen der Forschungsgruppe statt, bei welchem etwaige, während der Kodierung aufgetretene Schwierigkeiten diskutiert werden konnten. Auf Basis dieses kollegialen Austausches konnten unklare Kategorien des Analyserasters ausgemacht und deren Definitionen im Anschluss nachgeschärft werden, sodass bei der Auswertung der restlichen Versuchsprotokolle (n= 23) eine aktualisierte Version dieses Methodenwerkzeugs zum Einsatz kam. Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wurden diejenigen Versuchsprotokolle der ersten Stichprobe, die mit dem ursprünglichen Analyseraster untersucht worden waren, in Hinblick auf die nachgeschärften Kategorien nochmals überprüft.

Da die Forschungsmethodik im Spannungsfeld zwischen Diagnose und Sprachbildung anzusiedeln ist, wird eine Analyse der Lernausgangslagen als wesentlich erachtet, um über effektive Unterstützungsmaßnahmen entscheiden zu können (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 18). Der eingesetzte Analyseraster intendiert jedoch nicht, Aussagen über den Sprachstand einzelner LernerInnen zu treffen, weshalb individuelle Sprachbiographien bzw. diverse Einflussfaktoren auf den Spracherwerb auch keine Berücksichtigung finden. Vielmehr geht es darum, bildungssprachliche Hürden des Versuchsprotokolls zu identifizieren, die vielen SchülerInnen (und nicht ausschließlich Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache) Schwierigkeiten bereiten, um im Anschluss didaktische Modelle abzuleiten, an denen sich Lehrkräfte multilingualer Klassen orientieren können. Die Untersuchung ist deshalb vorrangig auf der Repräsentationsebene - „*Welche Sprache gilt im Kontext einer unterrichtlichen Anforderung als angemessen?“* (Tajmel 2017:321) - und nicht auf der Identitätsebene angesiedelt. Die Repräsentativität der vorliegenden Ergebnisse ist aufgrund der als eher gering einzuschätzenden Protokollanzahl dennoch eingeschränkt, obwohl entgegengehalten werden muss, dass die einzelnen Textteile dafür einer besonders differenzierten Analyse unterzogen wurden. Einzig der Protokollteil *Hypothese/n aufstellen* wurde angesichts der äußerst geringen Stichprobengröße (n=6) von weiterführenden Untersuchungen ausgenommen. Zur Beantwortung der Forschungsfragen sowie zur Einhaltung des für eine Masterarbeit vorgesehenen Umfangs erschien es zudem zielführend, den Fokus der Auswertungen auf die Unterkategorien mit den größten schülerseitigen Schwierigkeiten zu richten, wohingegen andere Unterkategorien vernachlässigt wurden.

9. Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse gehen zum einen aus einer quantitativen Auswertung der mithilfe des Analyserasters (Müllner/Möller angenommen) gewonnenen Daten, zum anderen aus einer nachfolgenden qualitativen Textanalyse von exemplarischen Protokollauszügen hervor (vgl. Kapitel 8.3).

9.1 Quantitative Datenauswertung

9.1.1 Einhaltung der formalen Protokollstruktur

Zunächst wird der Frage nachgegangen, inwiefern die untersuchten Versuchsprotokolle formale Kriterien dieser Textsorte erfüllen. Hierzu wird ein Überblick gegeben, auf welche Weise die Versuchsprotokolle der Lernenden gegliedert sind und welche Protokollteile diese umfassen.

Das Analyseinstrument orientiert sich, wie in Kapitel 8.2.3 ausgeführt, am prototypischen Aufbau eines Versuchsprotokolls und gliedert die Untersuchung nach den folgenden Protokollteilen: *A) Forschungsfrage formulieren, B) Hypothese/n aufstellen, C) Versuchsaufbau beschreiben, D) Datenauswertung, E) Diskussion der Ergebnisse*. Aus den mittels Analyseraster gewonnenen Daten lässt sich daher ableiten, zu welchen absoluten und relativen Anteilen die angeführten Protokollteile in den untersuchten Texten (n= 48) enthalten sind.

Tabelle 5 Übersicht über die einzelnen Protokollteile

	Forschungs-frage *(A)*	**Hypothese/n** *(B)*	**Durchführung** *(C)*	**Daten-auswertung** *(D)*	**Diskussion** *(E)*
Absoluter Anteil der Protokollteile	29	6	33	47	42
Relativer Anteil der Protokollteile	60,42%	12,5%	68,75%	97,92%	87,5%

Tabelle 5 ist zu entnehmen, dass insbesondere die Protokollteile, die am Beginn des Versuchsprotokolls zu verorten sind, von den SchülerInnen weniger häufig berücksichtigt wurden: Von den 48 untersuchten Versuchsprotokollen weisen 60,42% den Protokollteil *Forschungsfrage formulieren (A)* und lediglich 12,5% den Textabschnitt *Hypothesen aufstellen (B)* auf. Der Protokollteil *Datenauswertung (C)* kommt mit einem Anteil von 97,2% hingegen

in nahezu allen Versuchsprotokollen vor, gefolgt von der *Diskussion der Ergebnisse (E)* mit 87,5% und dem *Versuchsaufbau (C)* mit 68,75%.

Näheren Aufschluss über diese Verteilung liefert eine Differenzierung der Versuchsprotokolle nach *Schule A* und *B:* In keinem der Versuchsprotokolle aus *Schule A* (n=27) ist der Forschungsschritt *Hypothesen aufstellen (B)* vorzufinden. Von den 15 Versuchsprotokollen aus *Schule B,* die zu den Themen Tast- und Geschmackssinn verfasst wurden, weisen wiederum die Mehrheit der Schriftprodukte (= 86,7%) ausschließlich die Textbausteine *Datenauswertung (D)* und *Diskussion der Ergebnisse (E)* auf.

Hinsichtlich der Erfüllung formaler Kriterien ist grundsätzlich festzuhalten, dass die Versuchsprotokolle von *Schule A* eine eher einheitliche Struktur zeigen, wobei die einzelnen Textbausteine visuell durch Unterüberschriften sowie durch Absätze voneinander abgegrenzt sind und deren lineare Abfolge *(A – E)* eingehalten wird. Bei den Versuchsprotokollen von *Schule B* wurde die formale Gliederung hingegen weniger deutlich vorgenommen, denn es fehlen teils Überschriften, welche die einzelnen Protokollteile explizit als solche ausweisen, oder die Textbausteine sind optisch nicht voneinander getrennt. Für die Auswertung mancher „Ausreißer-Protokolle“ war es deshalb notwendig, selbst eine Gliederung der Texte vorzunehmen und einzelne Abschnitte bzw. Sätze den jeweiligen Protokollteilen im Analyseraster zuzuordnen.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die bisher gegebene Übersicht noch keinerlei Rückschlüsse auf die fachliche bzw. sprachliche Qualität erlaubt, in welcher die Protokollteile von den Lernenden realisiert wurden. Das Vorhandensein des Textelements *Forschungsfrage formulieren (A)* bedeutet beispielsweise noch nicht, dass es den Lernenden auch gelungen ist, eine naturwissenschaftliche Fragestellung sprachlich umzusetzen. Im Folgenden soll daher ein Überblick über die durchschnittlichen Niveaustufen der einzelnen Protokollteile gegeben werden.

9.1.2 Überblick über durchschnittlich erreichte Niveaustufen

Als Nächstes soll geklärt werden, welche Protokollteile die Lernenden vor besondere Herausforderungen stellen und daher gezielter Unterstützungsmaßnahmen bedürfen. Für jeden Forschungsschritt wurde hierzu die im Durchschnitt erreichte Niveaustufe berechnet, indem ein Mittelwert aus den Bewertungen der jeweiligen Unterkategorien gebildet wurde.

Des Weiteren werden diese Ergebnisse in Abbildung 9 nach dem Kriterium *Deutsch als Erstsprache* (DaM) bzw. *Deutsch als Zweitsprache* (DaZ) aufgeschlüsselt, um den Einfluss sprachlicher Voraussetzungen auf die durchschnittlichen Kompetenzniveaus aufzeigen zu

können. Zwar unterscheidet der Analyseraster nur zwischen den Niveaustufen 0, 1, 2 und 3, die Mittelwerte werden in den folgenden Ausführungen allerdings mit Kommastellen angegeben, um die sprachlich-fachlichen Kompetenzen der SchülerInnen in ihrer Entfernung zur nächsthöheren bzw. nächstniedrigeren Niveaustufe einordnen zu können. Der Protokollteil *Hypothese/n aufstellen (B)* wurde bei den Berechnungen ausgespart, da dieser ausschließlich in Texten von Erstsprachenlernenden vorhanden ist.

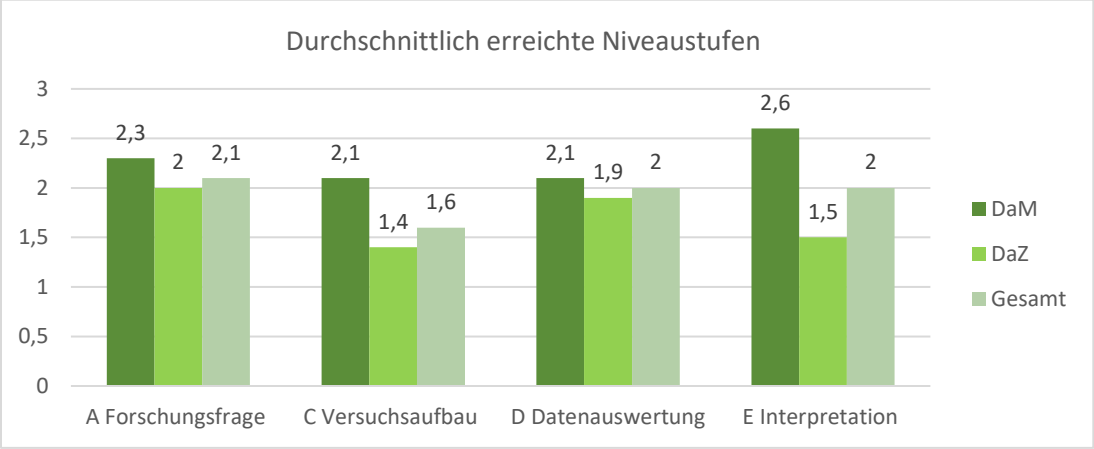


Abbildung 9 Überblick über die durchschnittlich erreichten Niveaustufen je Protokollteil

Werden zunächst die Gesamtwerte betrachtet, so zeigt sich, dass für alle Protokollteile zumindest ein mittleres Niveau berechnet werden konnte, die Beschreibung der *Versuchsdurchführung (C)* mit einem Durchschnittswert von 1,6 allerdings am schlechtesten abschneidet.

Aus der Gegenüberstellung der Ergebnisse von Erstsprachen- und Zweitsprachenlernenden geht zudem hervor, dass letztere bei allen Protokollteilen im Durchschnitt niedrigere Niveauwerte erzielten. Die größten Unterschiede ergeben sich für den Protokollteil *Diskussion der Ergebnisse (E)* mit einer Differenz von 1,1 sowie für den Protokollteil *Versuchsaufbau beschreiben (C)* mit einer Differenz von 0,7.

9.1.3 Sprachliche und fachliche Hürden des Versuchsprotokolls

Die vorhergehenden Ergebnisse vermitteln zwar einen ersten Überblick, im Sinne eines *Sprachsensiblen Forschenden Lernens* ist jedoch ein detaillierterer Blick auf die einzelnen Unterkategorien des Analyserasters notwendig, um konkrete sprachliche bzw. fachliche Hürden des Versuchsprotokolls aufzudecken. Die folgende quantitative Analyse legt den Fokus daher auf diejenigen Unterkategorien, bei welchen die niedrigsten Bewertungen und demnach die größten Schwierigkeiten auftraten. Die entsprechenden Unterkategorien werden nach den linguistischen Ebenen *Lexik & Semantik, Syntax* und *Textualität* zusammengefasst und über die

einzelnen Protokollteile hinweg betrachtet. Die Definitionen der Niveaustufen für die jeweiligen Unterkategorien sind, sofern nicht in Auszügen präsentiert, dem Analyseraster im Anhang (siehe Anhang 14.4) zu entnehmen.

9.1.3.1. Schwierigkeiten auf lexikalisch-semantischer Ebene

9.1.3.1.1. Detailanalyse der Fachsprachlichkeit

Die Ebene *Lexik und Semantik* wird im Analyseraster ausschließlich durch eine *Detailanalyse der Fachsprachlichkeit* erfasst, welche in allen Protokollteilen durchzuführen ist. Hierbei wird die Fachsprachlichkeit der Texte in Hinblick auf den Einsatz von Fachbegriffen bzw. Trivialnamen bewertet, die jeweiligen Anforderungen auf den einzelnen Niveaustufen werden in Tabelle 6 erläutert.

Tabelle 6 Detailanalyse der Fachsprachlichkeit: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen)

Unterkategorie	**Niveaustufen**			
	0	1	2	3
Detailanalyse der Fachsprachlichkeit	Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw. Trivialnamen.	Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.	Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.	Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.

Das nachstehende Diagramm (siehe Abbildung 10) informiert über die Verteilung der Niveaustufen innerhalb der Unterkategorie *Detailanalyse der Fachsprachlichkeit (A-E 1.1.)* nach Forschungsschritt. Auffallend dabei ist, dass sich in den Protokollteilen *C) Versuchsaufbau beschreiben* (n=33), *D) Datenauswertung* (n=30) und *E) Diskussion der Ergebnisse* (n=42) jeweils mindestens drei Viertel der Bewertungen auf die Niveaustufen 0 und 3 verteilen, während die anderen beiden Niveaus zu vergleichsweise geringen Prozentsätzen (zwischen 6,1% und 16,7%) vergeben wurden.

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, dass themenspezifische Fachbegriffe in den angeführten Protokollteilen entweder überhaupt nicht (Niveau 0) oder aber semantisch korrekt (Niveau 3) verwendet wurden. Auf lexikalisch-semantischer Ebene sind bei der Beschreibung der *Versuchsdurchführung (C)* die größten Schwierigkeiten zu verorten, da die Niveaustufe 0 mit 45,5% im Vergleich zu den anderen Forschungsschritten den größten Anteil, die Niveaustufe 3 mit 42,4% hingegen den kleinsten Anteil ausmacht. Die Formulierung der *Forschungsfrage* (n=29) scheint den Lernenden aus lexikalischer-semantischer Sicht geringere Probleme zu

bereiten, da korrekt eingesetzte Fachbegriffe (Niveau 3) hier den größten Anteil (62,1%) ausmachen.

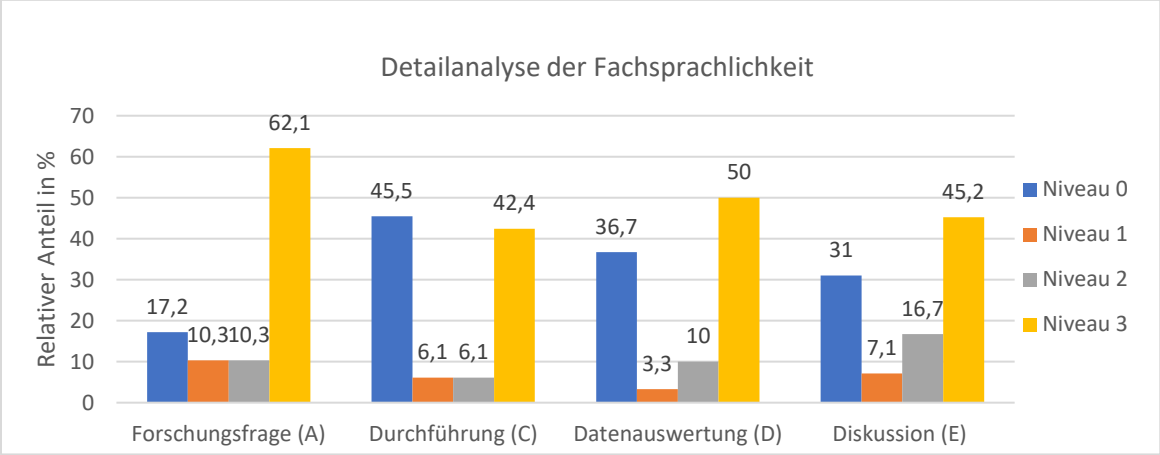


Abbildung 10 Detailanalyse der Fachsprachlichkeit: Relative Verteilung der Niveaustufen nach Protokollteil

An die Stelle von Fachbegriffen traten in insgesamt neun beobachteten Fällen auch Wortneuschöpfungen (Niveaustufe 1), die in Tabelle 7 nach Themengebieten zusammengefasst sind.

Tabelle 7 Übersicht über Wortneuschöpfungen

Thema „Samenkeimung“	**Thema „Tastsinn“**	**Thema „Geschmacksinn“**
• Klimatemperaturen • Eierhüten • Wattesamen	• Tastfelder (2x)	• Säurungshemmende Lutschtablette • Sauerbereich (der Geschmackszellen) • Süßwahrnehmung • Süßzone (im vorderen Bereich der Zunge)

9.1.3.2. Schwierigkeiten auf syntaktischer Ebene

9.1.3.2.1. Detailanalyse des Tempus

Auf syntaktischer Ebene sind insbesondere in der Unterkategorie *Detailanalyse des Tempus*, die auf alle Protokollteile angewandt wurde *(A-E 2.2.)*, niedrige Bewertungen zu verzeichnen. In Bezug auf die Wahl des Tempus wurde bereits im Kapitel 6.3 ausgeführt, dass das Schreiben im Präsens als übergreifendes sprachliches Merkmal des Versuchsprotokolls gilt. Diese Anforderung findet sich auch in der höchsten Niveaustufe 3 wieder, welche wie folgt definiert ist: „*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens*“ (Müllner/Möller angenommen). Niveaustufe 2 beschreibt einen überwiegenden Einsatz des Präsens, Niveaustufe 1 hingegen einen häufigen Wechsel mit anderen Zeitformen. Niveaustufe 0 ist schließlich durch ein gänzliches Fehlen des Präsens charakterisiert.

Betrachtet man die betreffende Unterkategorie über alle Protokolle sowie Protokollteile hinweg, so ist zunächst festzustellen, dass keiner der untersuchten Texte einen durchgehenden Einsatz des Präsens zeigt. Eine Detailanalyse des Tempus wurde insgesamt 125 Mal vorgenommen, wobei Niveaustufe 1 mit einer relativen Häufigkeit von 30,4% am öftesten vergeben wurde, gefolgt von Niveaustufe 0 mit 29,6%, Niveaustufe 3 mit 28% und zuletzt Niveaustufe 2 mit 12%.

Wie aus Abbildung 11 hervorgeht, verteilen sich die Niveaustufen jedoch nicht gleichmäßig über die untersuchten Forschungsschritte, sodass zunächst diejenigen Protokollteile mit den niedrigsten Bewertungen in den Fokus genommen werden sollten. Es handelt sich hierbei um die Protokollteile *C) Versuchsaufbau beschreiben* (n=33) und *D) Datenauswertung* (n=21), bei welchen eine Kumulation der Prozentsätze ergibt, dass 78,8% *(C)* bzw. 85,7% *(D)* der SchülerInnen nicht über die Niveaustufe 1 hinauskommen und das Tempus Präsens somit gar nicht oder nur im häufigen Wechsel mit anderen Zeitformen einsetzten. Die höchste Niveaustufe, welche einen durchgehenden Einsatz der Zeitform Präsens impliziert, ist bei der *Versuchsbeschreibung (C)* hingegen in 15,2%, bei der *Datenauswertung (D)* lediglich in 4,8% der Texte zu finden.

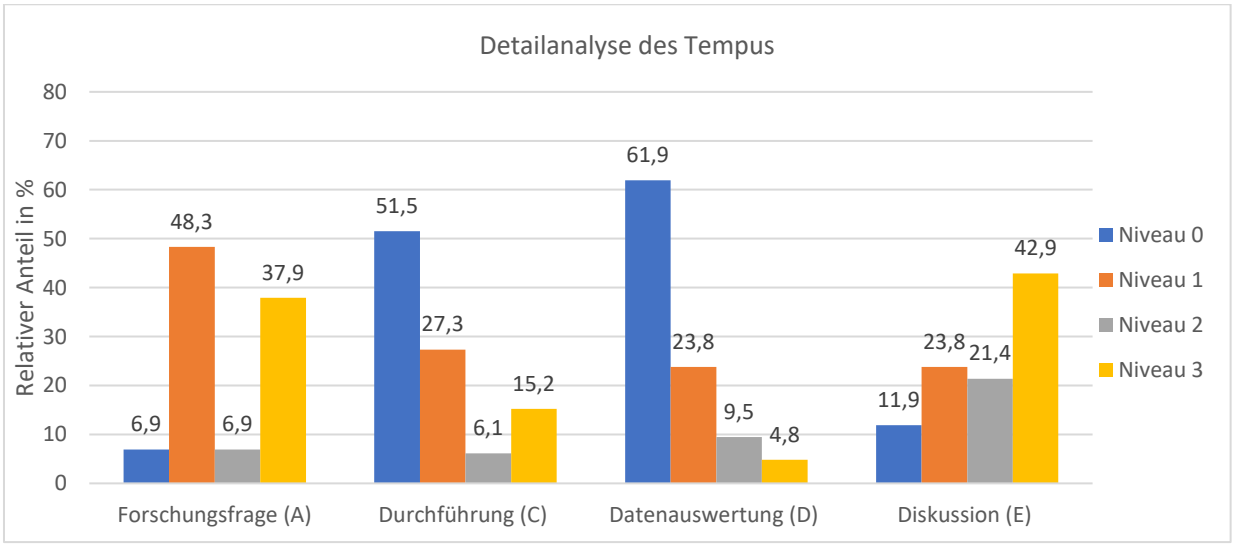


Abbildung 11 Detailanalyse des Tempus: Relative Verteilung der Niveaustufen nach Protokollteil

Ein näherer Blick auf die weiteren Protokollteile zeigt auf, dass Niveaustufe 3 bei *A) Fragestellung formulieren* (n=29*)* mit 37,9% und bei *E) Diskussion der Ergebnisse* (n=42*)* mit 42,9% vergleichsweise hohe Anteile erzielt, während Niveaustufe 0 mit 6,9% *(A)* bzw. 11,9% *(E)* deutlich weniger häufig vergeben wurde. Diese Ergebnisse veranschaulichen, dass innerhalb dieser beiden Forschungsschritte vermehrt auf das Präsens zurückgegriffen wurde.

9.1.3.2.2. Detailanalyse unpersönliche Konstruktionen (Unterkategorie C 2.4.)

Ein unpersönlicher Stil gilt ebenso als übergreifendes Merkmal der Textsorte *Versuchsprotokoll*, der Analyseraster (vgl. Anhang 14.4) sieht die Unterkategorie *Detailanalyse der unpersönlichen Konstruktionen* jedoch ausschließlich für den Protokollteil der Versuchsbeschreibung (*C 2.4.*) vor. Die entsprechenden Textelemente werden dabei hinsichtlich des Einsatzes des Passivs, von „man"-Sätzen sowie von Infinitivgruppen untersucht.

Die betreffende Unterkategorie wurde insgesamt 33 Mal bewertet, wobei die Niveaustufe 0 mit 45,5% und die Niveaustufe 1 mit 36,4% die höchsten Anteile verbuchen. Das bedeutet, dass in über drei Viertel der Texte eine Entpersonalisierung durch unpersönliche Konstruktionen gänzlich bzw. überwiegend fehlt. Niveaustufe 2 wurde für keinen der Texte vergeben, Niveaustufe 3 erreichten hingegen 18,2% der SchülerInnen, welche folglich eine umfassende Entpersonalisierung sowohl durch die Verwendung des Passivs als auch durch den Einsatz von „man"-Sätzen und/oder Infinitivgruppen realisierten.

Schlüsselt man die Bewertungen in Abbildung 12 nach dem Kriterium *Deutsch als Erstsprache* (n=12) bzw. *Deutsch als Zweitsprache* (n=21) auf, so wird ersichtlich, dass die niedrigste Niveaustufe mit 47,6% (DaZ) bzw. 41,7% (DaM) innerhalb beider SchülerInnengruppen ähnliche Anteile aufweist. Während die weiteren Leistungen der SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache mit 47,6% vor allem auf Niveaustufe 1 zu verzeichnen sind, wurden die Texte von Erstsprachenlernenden immerhin zu 41,7% mit der höchsten Niveaustufe 3 beurteilt.

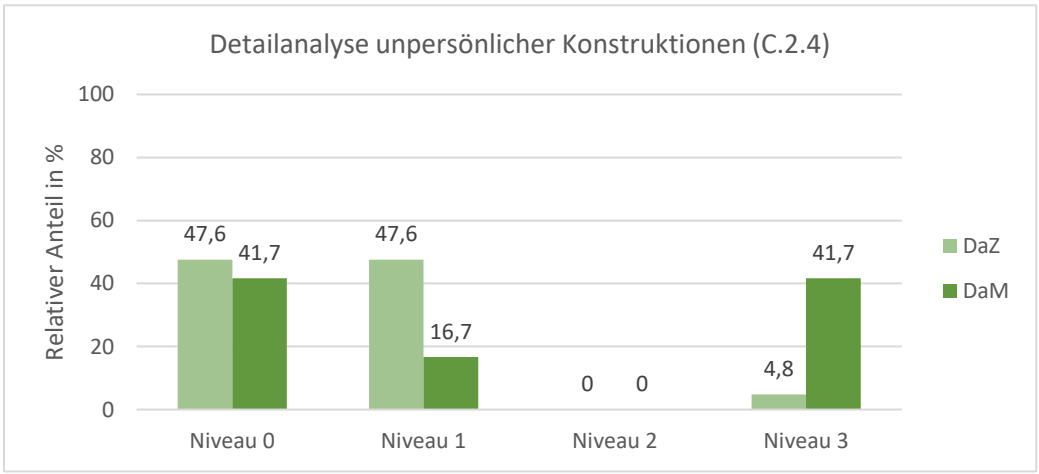


Abbildung 12 Detailanalyse unpersönlicher Konstruktionen: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ

Des Weiteren wurde statistisch geprüft, inwiefern der Einsatz unpersönlicher Konstruktionen auf syntaktischer Ebene (Unterkategorie *C 2.4.*) mit der Teilkompetenz *Versuchsaufbau beschreiben* auf textueller Ebene (Unterkategorie *C 3.2.1.*) zusammenhängt. Letztere Kategorie

bezieht sich auf die Dokumentation des Versuchsablaufs und bewertet diese als *nicht vorhanden* (Niveau 0), *weitgehend lückenhaft und unpräzise* (Niveau 1), *überwiegend präzise* (Niveau 2) oder *umfassend und präzise* (Niveau 3). Es konnte ein positiver Zusammenhang zwischen den genannten Kategorien *C. 2.4*. und *C 3.2.1*. nachgewiesen werden, der sich zudem als statistisch signifikant herausstellte (r_s= 0,464**, p= 0,007, n= 33)[10]. Versuchsbeschreibungen, in welchen auf Passivformen und/oder andere unpersönliche Konstruktionen zurückgegriffen wird, werden demzufolge auch als präziser bewertet.

9.1.3.3. Schwierigkeiten auf textueller Ebene

9.1.3.3.1. Grobanalyse des Sprachregisters

Auf textueller Ebene ist die Unterkategorie *Grobanalyse des Sprachregisters (A – E 3.1.4.)* im Analyseraster für jeden Protokollteil vorgesehen. Die Beschreibungen des Sprachregisters reichen von Mündlichkeit einerseits, bis hin zu konzeptioneller Schriftlichkeit andererseits, und sind einschließlich der Abstufungen in Tabelle 8 angeführt.

Tabelle 8 Grobanalyse des Sprachregisters: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen)

Unterkategorie	**Niveaustufen**			
	0	1	2	3
Grobanalyse des Sprachregisters	Mündlichkeit	Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.	Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkennbar.	Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist vollständige Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und keine Gedankensprünge auf.

Aus der sprachwissenschaftlichen Literatur ist bekannt, dass der Erwerb des bildungssprachlichen, das heißt konzeptionell schriftlichen, Registers in der Zweitsprache eine besondere Hürde darstellt (u. a. Gogolin/Lange 2011). Vor diesem Hintergrund werden die Bewertungen des Sprachregisters in Abbildung 13 nach dem Kriterium *Deutsch als Erst- bzw. Zweitsprache* (DaM/DaZ) zusammengefasst. Alle Protokollteile, außer der *Hypothese/n (B)*, miteinbezogen, wurde eine Grobanalyse des Sprachregisters 125 Mal vorgenommen, wovon 52 Bewertungen auf Erstsprachenlernende und 73 Bewertungen auf SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache entfallen.

[10] * Die Korrelation ist auf dem 0,05 Niveau signifikant.
** Die Korrelation ist auf dem 0,01 Niveau signifikant.

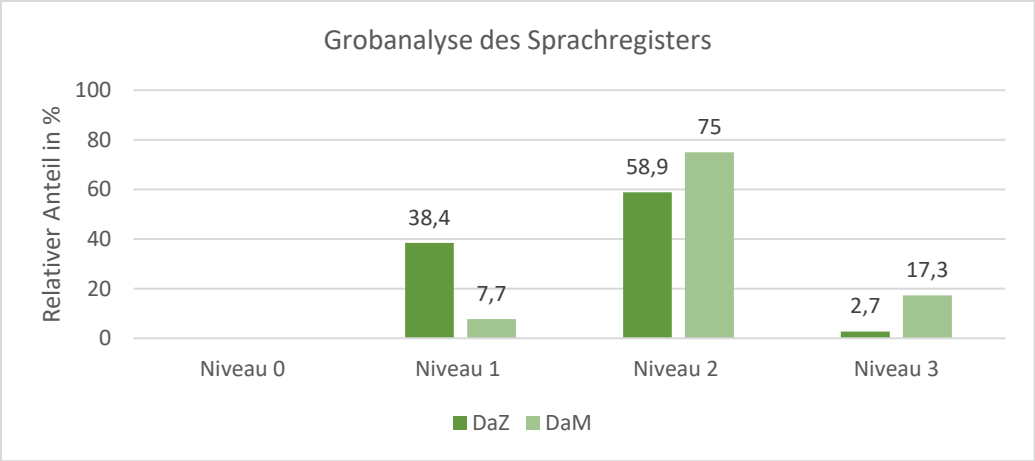


Abbildung 13 Grobanalyse des Sprachregisters: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ

Anhand Abbildung 13 wird ersichtlich, dass innerhalb beider Stichproben Niveaustufe 0 kein einziges Mal vergeben wurde und Niveaustufe 2 mit 58,9% (DaZ) bzw. 75% (DaM) jeweils den größten Anteil ausmacht. Deutlichere Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsprachenlernenden zeigen sich bei einem Vergleich der relativen Anteile der Niveaustufen 1 und 3: Bei den Grobanalysen des Sprachregisters von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache verbucht Niveaustufe 1 mit 38,4% den zweitgrößten Anteil, gefolgt von Niveaustufe 3 mit nur mehr 2,7%. Bei den Texten von Erstsprachenlernenden wurde die höchste Niveaustufe (konzeptionelle Schriftlichkeit) hingegen bei 17,3% der Bewertungen vergeben.

Des Weiteren konnten innerhalb der einzelnen Protokollteile vielfältige Korrelationen zwischen dem Sprachregister und anderen Unterkategorien des Analyserasters ausgemacht werden. Als zentrales Muster ist dabei ein positiver Zusammenhang zwischen dem Sprachregister einerseits und der Unterkategorie *Detailanalyse der Teilkompetenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung* andererseits erkennbar, welcher für die Protokollteile *Durchführung* (r_s= 0,386*, p= 0,026 , n= 33)*, Datenauswertung* (r_s= 0,811**, p= 0,000, n= 21) und *Diskussion der Ergebnisse* (r_s= 0,644**, p= 0,000, n= 42) berechnet werden konnte.

9.1.3.3.2. Detailanalyse der Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung

Die Unterkategorie *Detailanalyse der Teilkompetenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung* (*A – E 3.2.1.*) rückt die fachliche Perspektive in den Vordergrund, indem untersucht wird, inwieweit die an die jeweiligen Protokollteile gestellten fachlichen Anforderungen sprachlich realisiert werden. Abbildung 14 gibt einen Überblick über die

Verteilung der Niveaustufen und soll im Folgenden in Bezug auf aufgetretene Schwierigkeiten in ausgewählten Protokollteilen näher erläutert werden.

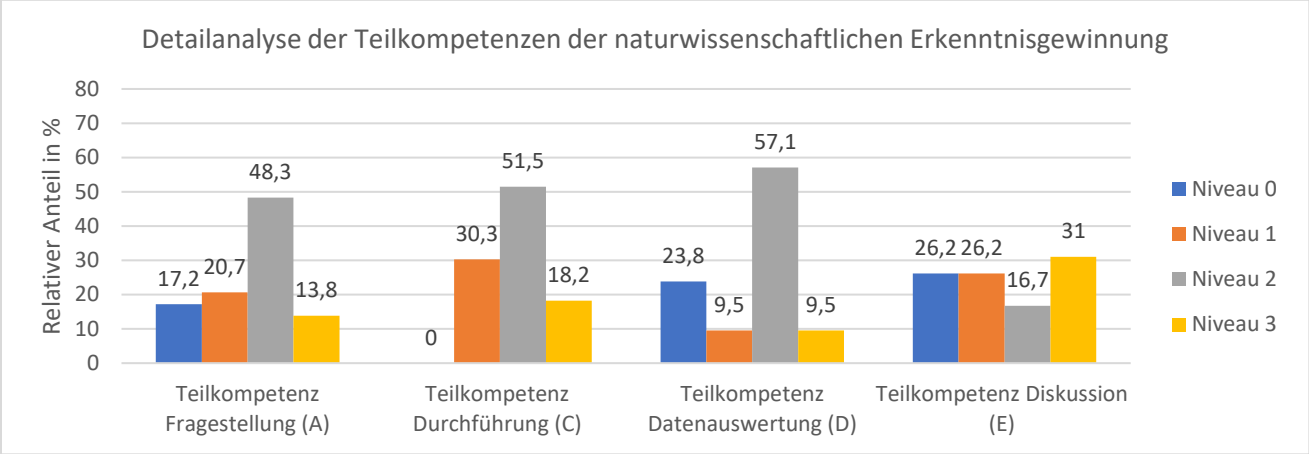


Abbildung 14 Detailanalyse der Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung: Relative Verteilung der Niveaustufen

Detailanalyse der Teilkompetenz *Fragestellung (A 3.2.1.)*

Hinsichtlich der Teilkompetenz *Fragestellung formulieren (A 3.2.1.)* ist Abbildung 14 zu entnehmen, dass von den untersuchten Texten (n=29) über ein Drittel keine Fragestellung (Niveau 0) bzw. eine Fragestellung auf bloßer Phänomenebene (Niveau 1) aufweisen. In weiteren zwei Drittel der Protokolle wurde eine Fragestellung nach einem naturwissenschaftlich überprüfbaren Zusammenhang formuliert (Niveau 2), wobei allerdings nur in 13,8% der Fälle ein Bezug zum biologischen Fachverständnis ersichtlich ist (Niveau 3).

Detailanalyse der Teilkompetenz *Datenauswertung (D 3.2.1.)*

Bei der Detailanalyse der Teilkompetenz *Datenauswertung* (*D 3.2.1.*) wird untersucht, inwiefern es den SchülerInnen gelingt, die gewonnenen Daten wertneutral, das heißt ohne Einbezug einer subjektiven Meinungsäußerung, und präzise zu beschreiben (Müllner/Möller angenommen). Ein näherer Blick auf die Verteilung der Bewertungen (n=21) zeigt, dass für 23,8% der Texte Niveaustufe 0 vergeben wurde und die Daten daher nicht beschrieben oder ausschließlich subjektive Meinungen wiedergegeben wurden.

In weiteren 9,5% der Protokolle wurden die im Rahmen des Versuchs gewonnenen Daten präsentiert, allerdings unter Einbezug subjektiver Meinungsäußerungen (Niveaustufe 1). Den größten Anteil verbucht mit 57,1% jedoch Niveaustufe 2, welche impliziert, dass die Daten zwar lückenhaft, aber wertneutral beschrieben wurden.

Bei einer Testung auf mögliche Korrelationen mit anderen sprachlichen Kategorien konnte ein positiver Zusammenhang mit dem Sprachregister *(D 3.1.4.)* festgestellt werden, welcher statistisch signifikant ist (r_s= 0,811**, p= 0,00, n=21). Auf einer niedrigen Niveaustufe geht der

Einbezug subjektiver Meinungsäußerungen folglich mit der Verwendung von narrativen Elementen einher, während auf hoher Niveaustufe eine präzise und wertneutrale Datenauswertung mit einem konzeptionell schriftlichen Register korreliert.

Detailanalyse der Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse (E 3.2.1.)*

Bei der Detailanalyse der Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse (E 3.2.1.*) steht die Beurteilung der im Rahmen des Versuchs gewonnenen Daten im Fokus.

Wie in Tabelle 9 ersichtlich, wird bei der Vergabe der Niveaustufen geprüft, ob die Schlussfolgerung fachlich korrekt ist und einen kausalen Zusammenhang ohne Einbezug subjektiver Meinungsäußerungen beschreibt.

Tabelle 9 Detailanalyse Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen)

Unterkategorie	**Niveaustufen**			
	0	1	2	3
Detailanalyse Forschungsschritt „Diskussion der Ergebnisse" E 3.2.1.	Enthält keine Schlussfolgerung bzw. Interpretation der Ergebnisse.	Die gewonnen Daten werden unter Einbezug einer subjektiven Meinungsäußerung und/oder vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich falsch beurteilt.	Die gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich korrekt beurteilt. Die Formulierung des kausalen Zusammenhangs ist lückenhaft oder fehlt ganz.	Die gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich korrekt beurteilt. Es wird ein kausaler Zusammenhang hergestellt.

Der Gesamtüberblick in Kapitel 9.1.2 hat in Bezug auf den Forschungsschritt *Diskussion der Ergebnisse (E)* einen deutlichen Unterschied zwischen Erst- und Zweitsprachenlernenden aufgezeigt, weshalb auch die vorliegende Kategorie differenziert betrachtet werden soll.

Bei einer Aufschlüsselung der Ergebnisse nach dem Kriterium Deutsch als Erstsprache (n= 21) und Deutsch als Zweitsprache (n=21) wird deutlich, dass die mit der höchsten Niveaustufe bewerteten Texte ausschließlich von Lernenden mit deutscher Erstsprache stammen (siehe Abbildung 15). Innerhalb dieser SchülerInnengruppe (DaM) lässt sich für Niveaustufe 3 der hohe Anteil von 61,9% berechnen. Niveaustufe 0 wurde hingegen nur für Texte von SchülerInnen nichtdeutscher Erstsprache vergeben, wobei ihr Anteil innerhalb dieser Gruppe (DaZ) 52,4% beträgt.

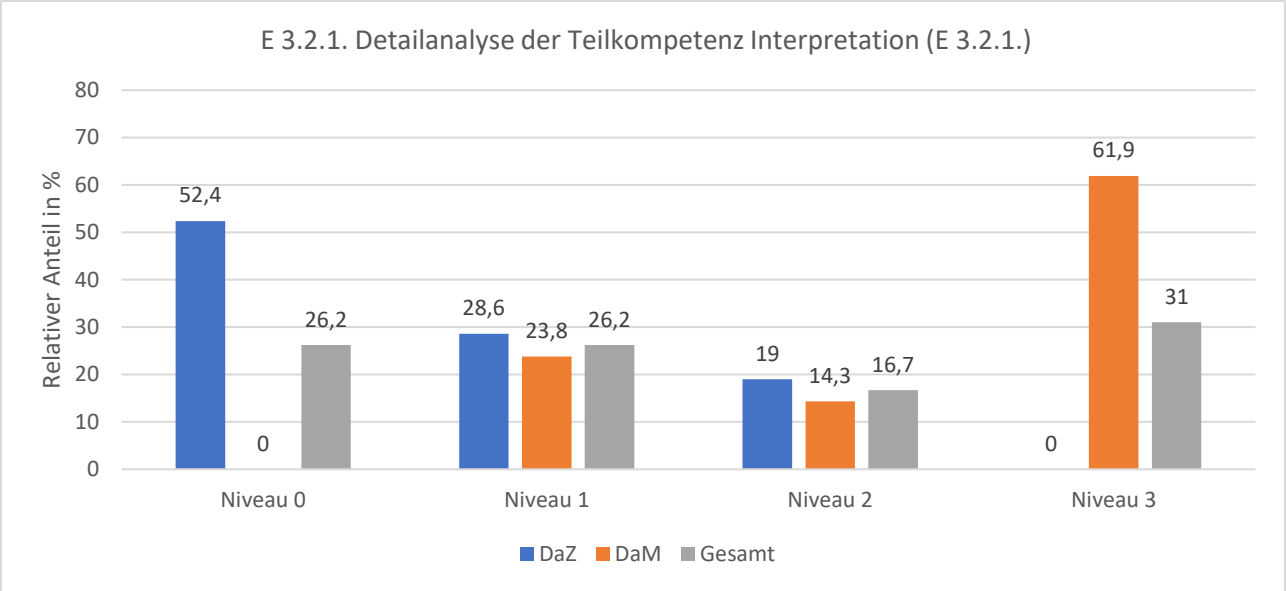


Abbildung 15 Detailanalyse der Teilkompetenz „Diskussion der Ergebnisse“: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ

Aus diesen Ergebnissen leitet sich die Frage ab, welche sprachlichen Hürden bei der Realisierung der Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse* (*E 3.2.1.)* auftreten. Bei einer statistischen Analyse konnten signifikante Korrelationen mit den Unterkategorien *Fachsprachlichkeit (E 1.1.)*, *Tempus* (*E 2.2.)* und *Sprachregister (E 3.1.4.)* festgestellt werden, wie in Tabelle 10 ersichtlich.

Tabelle 10 Korrelationen mit der Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse (Spearman-Rho)

	E 1.1. **Fachsprachlichkeit**	*E 2.2.* **Tempus**	*E 3.1.4.* **Sprachregister**
E 3.2.1. Teilkompetenz **„Diskussion der Ergebnisse“**	0, 477 **	0,502 **	0,644**

Wird bei der Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse* (E *3.2.1.*) eine hohe Niveaustufe erreicht, so ist die Schlussfolgerung eher konzeptionell schriftlich sowie im Präsens formuliert und beinhaltet Fachbegriffe.

9.1.3.3.3. Detailanalyse non-verbaler Darstellungsformen

Im Protokollteil *Datenauswertung (D)* wurden die Ergebnisse nicht nur in verbalsprachlicher Form, sondern auch mittels realistisch-bildlicher, logisch-bildlicher und tabellarischer Repräsentationsformen dargestellt. In 43 der 47 untersuchten Protokollteilen, das entspricht einem relativen Anteil von 91,4%, wurde mindestens eine der angeführten non-verbalen Darstellungen gewählt. Davon weisen wiederum 37,2% der Protokolle mehr als nur eine Repräsentationsform auf.

Mittels Analyseraster wurden die non-verbalen Darstellungen getrennt voneinander betrachtet und in entsprechenden Unterkategorien beurteilt, wie in Abbildung 16 ersichtlich. Hierbei ist zu beachten, dass Niveaustufe 0 innerhalb dieser Unterkategorien bedeutet, dass die betreffende Darstellungsform von den SchülerInnen *nicht* gewählt wurde.

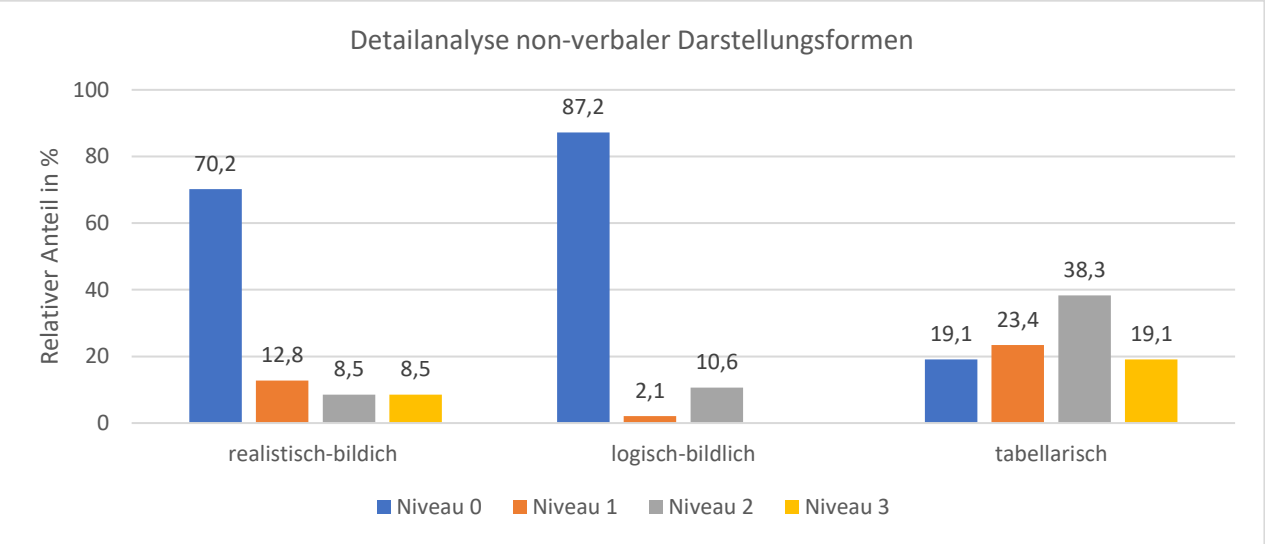


Abbildung 16 Detailanalyse non-verbaler Darstellungsformen: Relative Verteilung der Niveaustufen

Realistisch-bildliche Darstellungsformen

Ein näherer Blick auf Abbildung 16 zeigt, dass in mehr als zwei Drittel (70,2%) der Versuchsprotokolle keine realistisch-bildlichen Darstellungsformen verwendet wurden (Niveaustufe 0). 12,8% der Abbildungen und deren Beschriftungen geben die Ergebnisse nur unzureichend wieder und wurden deshalb mit Niveaustufe 1 beurteilt. Weitere 8,5% der Darstellungen erreichten Niveaustufe 2 und stellen die Ergebnisse zwar anschaulich, aber mit lückenhaften Beschriftungen dar. Niveaustufe 3 umfasst hingegen eine weitgehend richtige Beschriftung und wurde ebenso für 8,5% der Darstellungen vergeben.

Logisch-bildliche Darstellungsformen

Hinsichtlich der logisch-bildlichen Repräsentationen fällt zunächst deren seltene Verwendung auf: In 87,2% der Datenauswertungen wurden keine Diagramme eingesetzt. Zudem wurde bestenfalls Niveaustufe 2 erreicht, mit welcher 10,6% der Diagramme kodiert wurden. Diese Niveaustufe impliziert im Gegensatz zu Niveau 1 die Wahl eines passenden Diagrammtyps, die Achsenbeschriftung ist jedoch lückenhaft und/oder die Legende fehlt.

Tabellarische Darstellungsformen

Tabellen sind in 80,9% der untersuchten Protokolle enthalten und konstituieren folglich die am häufigsten gewählte Darstellungsform. 23,4% der analysierten Tabellen geben die Ergebnisse

unstrukturiert und zusammenhangslos wieder (Niveau 1), in weiteren 38,3% wurden die Zusammenhänge unzureichend herausgearbeitet (Niveau 2). Niveaustufe 3 wurde für 19,1% der Tabellen vergeben, welche die Informationen sowohl strukturiert als auch zusammenhängend darstellen.

9.2 Qualitative Textanalyse

Bisher konnte noch nicht in hinreichendem Maße geklärt werden, wie sich die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen sprachlichen Ebenen gestalten, weshalb die bei der quantitativen Auswertung festgestellten Schwierigkeiten im nachstehenden Kapitel mittels einer qualitativen Textanalyse (vgl. Boubakri et al. 2017, Tajmel 2017) näher beleuchtet werden sollen. Die Untersuchung gliedert sich nach der Abfolge der Protokollteile und führt die zuvor einzeln betrachteten Kategorien anhand von exemplarischen Protokollauszügen zusammen.

9.2.1 Protokollteil Fragestellung formulieren (A)

Bei der quantitativen Auswertung konnten für den ersten Protokollteil vor allem Schwierigkeiten in Bezug auf die Kategorie *A 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz Fragestellung* ausgemacht werden.

Textbeispiel 1 aus Protokoll 6_Keimung_1m_daz_n

„Das Ziel des Versuchs war es herauszufinden, dass man viele Eierschachteln mit Erde, Wasser, Wolle und Samen füllt. Man sollte nach ungefähr zwei bis drei Wochen das Ergebnis beurteilen, indem man beobachtet ob die Pflanze wächst oder auch nicht. Jedoch sollte man sie dies in verschiedenen Temperaturen versuchen, um zu sehen was schneller keimt."

In diesem Textausschnitt verwendet der Schüler die themenspezifischen Fachbegriffe *Samen* und *keimt* semantisch korrekt, weshalb die lexikalische Ebene *A1.1.* mit Niveaustufe 3 zu bewerten ist. Aus syntaktischer Sicht ist der alternierende Gebrauch des Tempus auffallend, wobei in den Hauptsätzen stets das Präteritum, in den Nebensätzen hingegen das Präsens verwendet wird (→ *A 2.2. Tempus*: Niveau 1). Auf textueller Ebene ist festzuhalten, dass zwar der erste Satz mit einer Zielformulierung beginnt, diese allerdings in eine Beschreibung der Versuchsdurchführung übergeht. Eine Fragestellung wird nur auf Phänomenebene aufgeworfen (→ *A 3.2.1. Fragestellung:* Niveau 1) und ist im Objektsatz „*ob die Pflanze wächst oder auch nicht"* verortet. In Bezug auf das Sprachregister bewirkt der Einsatz des Indefinitpronomens *man* zwar einen unpersönlichen Stil, die sprachliche Präzision ist jedoch insbesondere im abschließenden Satz lückenhaft. Es geht nicht eindeutig hervor, welche Tätigkeit mit dem

Demonstrativpronomen *dies* bezeichnet wird, und auch der Objektsatz „*was schneller keimt*“ ist unpräzise (→ *A 3.1.4. Sprachregister*: Niveau 2).

Textbeispiel 2 aus Protokoll 6_Keimung_2m_daz_a

„[…] Jedoch war das wesentliche Ziel festzustellen unter welchen Klimatemperaturen sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt.“

Hinsichtlich der Fragestellung ist generell zu beobachten, dass diese häufig als indirekter Fragesatz formuliert ist, so auch in diesem Textbeispiel. Die Forschungsfrage weist einen Zusammenhang auf, der naturwissenschaftlich überprüft werden kann (Einfluss der Temperatur auf die Keimung), allerdings ist der Bezug zum Fachverständnis durch die Wortneuschöpfung „*Klimatemperaturen“* (→*A 1.1. Fachsprachlichkeit:* Niveau 1) nicht eindeutig gegeben. Die Detailanalyse der Teilkompetenz *Fragestellung (A 3.2.1.)* ergibt deshalb die Niveaustufe 2.
Abschließend soll an einem weiteren Textbeispiel aufgezeigt werden, was eine gelungene Fragestellung ausmacht.

Textbeispiel 3 aus Protokoll 6_Keimung_3w_daz_b

„Der Samen einer Pflanze enthält einen Embryo. Unter günstigen Bedingungen entwickelt sich daraus eine vollständige Pflanze. Unser Ziel für dieses Protokoll war die Bedingung, die „günstig“ für das Keimen von Pflanzensamen waren, herauszufinden. Daher ging mir die Frage „Was für eine Rolle spielen das Wasser und das Licht für die Lebewesen besonders Für die Pflanze?“

Die ersten beide Sätze dieses Beispieltextes informieren die LeserInnen in allgemeiner Form über die Themenstellung, indem die Fachbegriffe „*Samen“* und „*Embryo“* unter Verwendung des Präsens korrekt einführt werden (→ *A 1.1. Fachsprachlichkeit:* Niveau 3). Auf syntaktischer Ebene erfolgt anschließend ein Tempuswechsel in das Präteritum (→ *A 2.2. Tempus*: Niveau 1). Die Forschungsabsicht – „*die Bedingung, die ‚günstig‘ für das Keimen von Pflanzensamen waren, herauszufinden“*- wird in einem Relativsatz mit Verbendstellung ausgedrückt, weshalb das Satzgefüge (*A 2.1.*) mit Niveaustufe 3 bewertet wird. Der Text schließt mit einem narrativen Element („*Daher ging mir die Frage* […]“), welches jedoch unvollständig realisiert wurde (→ *A 3.1.4. Sprachregister*: Niveau 1). Es findet eine Konkretisierung der Fragestellung statt, indem ein direkter Fragesatz als Attribut eingeschoben wird. Da die Verfasserin die Rolle des Wassers und des Lichts für die Pflanzenkeimung in Betracht zieht, ist ein Bezug zum biologischen Fachverständnis gegeben, was in der Kategorie *A 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz Fragestellung* die Niveaustufe 3 bedeutet.

9.2.2 Protokollteil Versuchsaufbau beschreiben (C)

Beim Forschungsschritt *Versuchsaufbau beschreiben (C)* verteilen sich die niedrigsten Bewertungen auf die Kategorien der *Fachsprachlichkeit* (*C 1.1.*), des *Tempus* (*C 2.2.*) und der *unpersönlichen Konstruktionen* (*C 2.4.*).

Textbeispiel 4 aus Protokoll 6_Geschmack_2m_daz_a

„Als erstes nahmen wir kleine Filmdosen wo wir jede Geschmacksrichtung in kleinen Mengen schütteten. Anschließend nahmen wir einen Strohhalm mit dem wir einen Tropfen aus dem Behälter nahmen und auf der Zunge legten."

Bei einer Versuchsbeschreibung rückt die lexikalische Ebene in den Mittelpunkt (Busch/Ralle 2013: 289), da sowohl die benötigten Materialien als auch die durchzuführenden Handlungsschritte be- bzw. genannt werden müssen. Für das gewählte Textbeispiel ist vor diesem Hintergrund festzuhalten, dass keine themenspezifischen Fachbegriffe verwendet werden (→ *C.1.1. Fachsprachlichkeit*: Niveau 0) und im Handlungsschritt „*einen Tropfen […] auf der Zunge legten*" zudem eine atypische Kollokation auftritt. Die Wahl des Adverbs *„wo"* im ersten Relativsatz ist ebenso sprachlich unpräzise, der Text weist allerdings eine lineare Struktur, markiert durch die temporalen Konnektiva „*als erstes"* und „*anschließend"*, auf (→ *C. 3.1.4. Sprachregister:* Niveau 2). Es findet keine Entpersonalisierung statt (→ *C 2.4. unpersönliche Konstruktionen*: Niveau 0) und der Versuchsablauf wird weitgehend lückenhaft beschrieben (→ *C. 3.2.1. Teilkompetenz Versuchsaufbau beschreiben:* Niveau 1).

Textbeispiel 5 aus Protokoll 6_Geschmack_4w_daz

Als erstes war die Aufgabe, dass wir dem Partner die Augen verbinden sollten, aber der Professor meinte, wir können das auch sein lassen. Deshalb haben wir sie nicht verbunden. Als zweites war die Aufgabe dass ich meiner Partnerin nun Proben folgender Geschmacksrichtungen verabreichen sollte. […] Dann war ich mit dem Versuch dran."

Der gewählte Textauszug sticht aufgrund des starken Einbezugs narrativer Elemente hervor (→ *C. 3.1.4. Sprachregister:* Niveau 1): Zunächst wird die indirekte Rede der Lehrperson durch einen uneingeleiteten Nebensatz *(„aber der Professor meinte, wir können das auch sein lassen")* wiedergegeben, im abschließenden Hauptsatz greift die Schülerin zudem auf die umgangssprachliche Wendung *„dran sein"* zurück. Eine Entpersonalisierung durch passivische Konstruktionen fehlt in diesem Protokoll überwiegend (→ *C 2.4. unpersönliche Konstruktionen*: Niveau 1), auch im vorliegenden Ausschnitt wird auf verschiedene Personen („*wir", „der Professor", „meiner Partnerin", „ich*") und somit auf die konkrete Unterrichtssituation Bezug genommen. Der überwiegende Einsatz von Vergangenheitsformen

(→ *C 2.2. Tempus:* 1) verstärkt des Weiteren den narrativen Charakter des Textes. Die Beschreibung der Versuchsdurchführung wird unpräzise, wodurch der statistisch berechnete Zusammenhang zwischen dem Sprachregister einerseits, und der naturwissenschaftlichen Teilkompetenz *Versuchsaufbau beschreiben* andererseits (r_s= 0,386*), aufgezeigt wird.

Textbeispiel 6 aus Protokoll 6_Geschmack_9w_dam_x_ps

„*Materialien*
[…]
- *Probe mit Umami Flüssigkeit*
- *Probe mit salziger Flüssigkeit*
- *Pipette*

Zuerst werden der Versuchsperson die Augen verbunden. Dann wird zuerst an der Zungenspitze, dann am Ende der Zunge die Probe aufgetragen. Danach musste erkannt werden, um welche Substanz es sich handelt und an welcher Stelle man sie intensiver schmeckt.“

Aus lexikalischer Sicht werden Fachbegriffe wie *„Umami“* und *„Pipette“* in der Materialliste, die der Durchführungsbeschreibung vorangestellt ist, angeführt (→ *C.1.1. Fachsprachlichkeit*: Niveau 3). Auf syntaktischer Ebene ist dieser Textausschnitt im Gegensatz zu den vorherigen Beispielen zur Gänze unpersönlich gehalten (→ *C 2.4. unpersönliche Konstruktionen*: Niveau 3), was den Fokus auf die Handlungen lenkt: Es kommen sowohl Passivkonstruktionen („*werden verbunden“, „wird aufgetragen“*), als auch eine Infinitivkonstruktion (*„um welche Substanz es sich handelt“*) sowie das Indefinitpronomen *„man“* zum Einsatz. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist der überwiegende Einsatz der Zeitform Präsens (→ *C 2.2. Tempus:* 2), welches neben der Entpersonalisierung dazu beiträgt, die Versuchsbeschreibung von der Situation zu entbinden. Textuell betrachtet, ist der Auszug konzeptionell schriftlich verfasst (→ *C. 3.1.4. Sprachregister:* Niveau 3) und die Schülerin bewältigt die sprachlich-mentale „Anforderung des zeitlichen Gliederns“ (Boubakri et al. 2017: 345). Dabei werden die wichtigsten Handlungsschritte unter Einbezug der verwendeten Materialien genannt, weshalb die Teilkompetenz der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung *(C. 3.2.1.*) mit der Niveaustufe 3 bewertet wird.

9.2.3 Protokollteil Datenauswertung (D)

Bei diesem Forschungsschritt ergab sich ein besonders niedriges Niveau für die Unterkategorie *Tempus (D 2.2.)*. Aus fachlicher Sicht bereitete die *Datenauswertung (D 3.2.1.)* Schwierigkeiten, wobei ein Zusammenhang mit dem *Sprachregister (D 3.1.4.)* ausgemacht werden konnte. Die quantitative Auswertung ergab zudem, dass nicht-sprachliche Darstellungsformen nur bedingt gelingen.

Textbeispiel 7 aus Protokoll 6_Keimung_8m_daz_e

„Da unsere Kerne nicht erfolgreich gekeimt sind, nahmen wir die Werte von Ihnen: (Herr Prof. Pfeiffer[11]) => Danke“

Warm : 14 Warm: 16
Kalt: 0 Kalt: 0
Licht: 0 Licht: 0
Dunkel: 14 Dunkel: 14
Wasser: 15 Wasser: 16
Trocken: 0 Trocken: 0
Erde: 14 Erde: 7
Wolle: 2 Wolle: 0

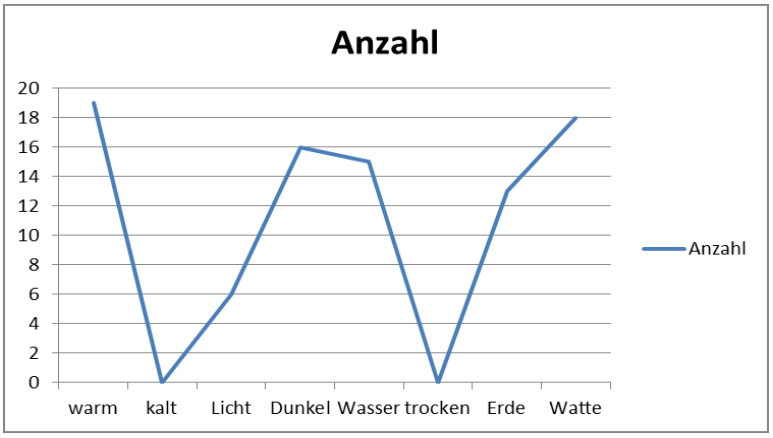
Die Datenauswertung in verbaler Form ist in diesem Protokollauszug sehr knapp gehalten und beginnt mit einem Kausalsatz mit Verbendstellung (→ *D 2.1. Satzgefüge*: Niveau 3), in welchem der Fachbegriff „Kerne“ semantisch nicht korrekt verwendet wird *(→ D 1.1. Fachsprachlichkeit:* Niveau 2). Denn aus botanischer Sicht ist der Begriff „Kern“ eine „Bezeichnung für die Samen der Kernobstgewächse (Kernobst) und für den Steinkern der Steinobstgewächse (Steinobst)“ (Spektrum der Wissenschaft, https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/kern/35842 [11.2.2020]), und somit ungeeignet, um von *Kresse*samen zu sprechen. Auf textueller Ebene haftet diesem Protokollauszug eine stark narrative Komponente an: Der Verfasser erklärt unter ausschließlichem Einsatz von Vergangenheitsformen (→ *D 2.2. Tempus*: Niveau 0), warum er nicht mit den eigenen Daten, sondern mit denen der Lehrkraft gearbeitet hat. Das abschließende, an die Lehrkraft adressierte *„Danke*“ verdeutlicht die fehlende Dekontextualisierung (→ *D 3.1.4. Sprachregister:* Niveau 1). Eine Beschreibung der Daten in verbaler Form unterbleibt (→ *D 3.2.1. Teilkompetenz Datenauswertung:* Niveau 0). Die nachfolgende Tabelle ist nicht nur unstrukturiert, sondern gibt die Ergebnisse auch ohne jeglichen Zusammenhang wieder (→ *D 3.2.4. tabellarische*

[11] Der Name der Lehrperson wurde von der Verfasserin pseudonymisiert.

Darstellungsform: Niveau 1): Es wird nicht näher bestimmt, worauf sich die Zahlen beziehen und weshalb diese pro Zeile zwei Mal angegeben werden.

Textbeispiel 8 aus Protokoll 6_Keimung_4w_daz_c

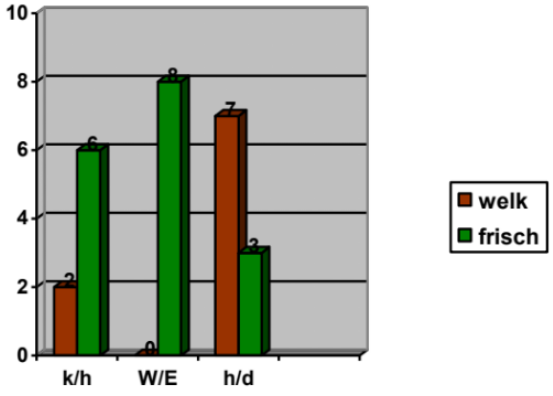
„Diese Diagramm zeigt, dass unsere Pflanzen sich nach zwei Wochen unter diese Bedingungen so entwickelt haben."



Aus der Beschreibung sowie aus der Legende dieses Kurvendiagramms geht nicht hervor, worauf sich die eingetragenen Messwerte beziehen. Dabei ist anzunehmen, dass die Messwerte die Anzahl der gekeimten Samen wiedergeben sollen. Der Diagrammtyp ist nicht passend gewählt (→ *D 3.2.3. logische Darstellungsform*: Niveau 1), da ein Kurvendiagramm eine stete Verteilung der Messwerte impliziert und die Kurvenlinie somit einen kontinuierlichen Prozess nur vortäuscht (Kattmann 2013: 362).

Textbeispiel 9 aus Protokoll 6_Keimung_6m_dam_k

„Bei dieser Begutachtung stellte sich heraus, dass die Samen einen warmen, hellen Ort sowie Erde mit Wasser bevorzugen. Jedoch sind die Keimlinge beim dunklen Raum viel größer."



Bei näherer Betrachtung dieses Textausschnittes fällt auf, dass der Schüler im Objektsatz *(„dass die Samen einen warmen, hellen Ort sowie Erde mit Wasser bevorzugen“)* auf die Zeitform des Präsens wechselt (→ *D 2.2. Tempus*: 2), um eine Aussage über die Daten zu treffen. Er führt die für die Keimung günstigen Bedingungen an, ohne jedoch zu explizieren, an welcher konkreten Beobachtung er diese Erkenntnis festmacht. Der Text setzt mit einem Gedankensprung fort (→ *D 3.1.4. Sprachregister*: Niveau 2), da nun die Größe der *„Keimlinge“* (→ *D 1.1. Fachsprachlichkeit*: Niveau 3) als Kriterium für eine gegensätzliche Beobachtung herangezogen wird. Auch auf fachlicher Ebene führt dieser Gedankensprung zu einer lückenhaften, jedoch wertneutralen Beschreibung der gewonnenen Daten (→ *D 3.2.1. Teilkompetenz Datenauswertung*: 2).

Sieht man davon ab, dass von dreidimensionalen Darstellungen im Generellen abgeraten wird (Duller 2013: 74), so ist der eingesetzte Diagrammtyp (Säulendiagramm) im Gegensatz zum vorherigen Beispiel passend gewählt. Die Beschriftung der Achsen ist allerdings lückenhaft, so sind die Abkürzungen auf der x-Achse nicht ohne Kontextwissen zu erschließen. Eine Legende ist zwar vorhanden, die gewählten Legendennamen sind aber wenig aufschlussreich, weshalb das Diagramm in der Kategorie *D 3.2.3. logische bildliche Darstellungsform* mit der Niveaustufe 2 bewertet wird.

9.2.4 Protokollteil Diskussion der Ergebnisse (E)

Wie aus der statistischen Analyse hervorgeht, stellt die Realisierung des Protokollteils *Diskussion der Ergebnisse (E)* für die Lernenden eine besondere Herausforderung dar und hängt sowohl mit dem Einsatz von *Fachbegriffen (E 1.1.*), der *Tempuswahl* (*E 2.2.)* als auch dem *Sprachregister* (*E 3.1.4.)* zusammen.

Textbeispiel 10 aus Protokoll 6_Tasten_1m_daz_a

„Der Versuch war sehr spannend jedoch konnte man sich nun Gedanken machen wie schwer es Blinde Menschen eigentlich haben.“

In diesem Protokollausschnitt werden keine themenspezifischen Fachbegriffe angeführt (→ *E 1.1. Fachsprachlichkeit*: Niveau 0). Der Schüler beginnt mit narrativen Elementen (→ *E 3.1.4. Sprachregister:* Niveaustufe 1) im Präteritum (→ *E 2.2. Tempus:* Niveau 1) und bewertet den Versuch subjektiv als *„spannend“*. Die Deutung wird sprachlich in Form eines Objektsatzes (*„wie schwer es Blinde Menschen eigentlich haben“*) im Präsens und mit Endstellung des Finitums umgesetzt (→ *E 2.1. Satzgefüge*: Niveau 3). Auf textueller Ebene handelt es sich hierbei wiederum um eine subjektive Meinungsäußerung bzw. um eine persönliche Einsicht,

eine fachliche Beurteilung der gewonnenen Daten unterbleibt hingegen (→ *E 3.2.1. Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse:* Niveau 0).

Textbeispiel 11 aus Protokoll 6_Tasten_9w_daz_c

„Die Tast-Rezeptoren an Oberarm sind viel größer als die Tast-Rezeptoren an die Fingerspitzen, deshalb kann man mit dem Fingerspitzen besser und genauer fühlen als mit der Oberarm. Unsere Ergebnisse erklären auch, dass am Oberarm die Zirkelspitzen manchmal auf einer Tast-Rezeptor gelanden ist und deshalb wir nicht so genau die Zirkelspitzen wahrgenpmmen haben. […] Nachdem wir die Versuche durchgeführt haben, haben wir die Blindenschrift kennengelernt und selber auch ausprobiert. Ich hatte fast alles richtig gehabt!“

Der erste Satz dieses Textausschnittes ist im Präsens und in unpersönlicher Form („*man*“) gehalten, wodurch zunächst eine generalisierende Aussage getroffen werden kann. Der Trivialname „*Tast-Rezeptoren*“ wird von der Schülerin semantisch nicht ganz korrekt verwendet (→ *E 1.1. Fachsprachlichkeit*: Niveau 2), da es die Größe der rezeptiven Felder ist, die über die Oberflächensensibilität einer Hautregion entscheidet (Alzheimer 2008: 53f.). Auf syntaktischer Ebene ist die Kategorie *E 2.3. Flexion* auffällig, da nicht nur der (womöglich neue) Terminus „*Tast-Rezeptoren*“, sondern auch die Nomina „*Fingerspitzen*“ und „*Oberarm*“ lückenhaft flektiert werden (→ Niveau 1). Diese begrifflichen Ungenauigkeiten implizieren auch auf fachlicher Ebene eine lückenhafte Interpretation der gewonnenen Daten (→ *E 3.2.1. Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse:* Niveau 1). Der restliche Textausschnitt nimmt unter Bezugnahme auf die Personen („*wir*“, „*ich*“) sowie unter Verwendung von Vergangenheitsformen (→ *E 2.2. Tempus:* Niveau 1) mehr die Form einer Nacherzählung an. Insbesondere dem letzten Satz haftet ein stark narrativer Charakter an (→ *E 3.1.4. Sprachregister:* Niveau 1), welcher durch das finale Rufzeichen noch verstärkt wird.

Textbeispiel 12 aus Protokoll 6_Tasten_18w_dam_y_ps

„Aufgrund der schlechteren Wahrnehmung der Druckpunkte auf dem Oberarm nehmen wir an, dass der Oberarm weniger kleine rezeptive Felder besitzt, also weniger Merkel-Zellen oder Meissner-Körperchen, als auf den Fingerspitzen, welche wesentliche genauer Informationen an das Gehirn liefern können, sodass selbst feine Dinge besser „erfühlt“ werden können. Die paar „Ausfälle“ erklären wir uns mit einem zeitweise vielleicht stärker angewendet Druck auf den Zirkel während des Versuchs.“

Dieser Textausschnitt erreicht in allen Kategorien - mit Ausnahme von *E 2.3. Detailanalyse der Flexion („angewendet Druck“, „wesentliche genauer Informationen“)* – die höchste Niveaustufe und kann deshalb als ein gelungenes Beispiel einer Ergebnisdiskussion betrachtet werden. Die Schülerin greift auf mehrere Fachbegriffe, wie *„rezeptive Felder“, „Merkel-*

Zellen“, „Meissner-Körperchen“, zurück und setzt diese in eine kausale Beziehung zur räumlichen Auflösung der Berührungsempfindung (→ *E 3.2.1. Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse*: Niveau 3). Der durchgehende Einsatz der Zeitform Präsens *(→ E 3.2.2. Tempus:* Niveau 3) unterstützt die Verallgemeinerung der gewonnenen Erkenntnisse. Im abschließenden Hauptsatz wird die eingesetzte Methode zudem hinsichtlich möglicher Fehlerquellen reflektiert.

10.Deutung und Diskussion der Untersuchungsergebnisse

An die vorangegangene Auswertung der empirisch gewonnenen Untersuchungsergebnisse schließt im folgenden Kapitel eine Deutung und Diskussion dieser vor dem Hintergrund der erarbeiteten theoretischen Grundlagen an. In einem ersten Schritt sollen hierzu die sprachlichen sowie fachlichen Auffälligkeiten der untersuchten Versuchsprotokolle in den Fokus genommen werden, wobei sowohl auf die Ergebnisdarstellungen der quantitativen Auswertung als auch auf Textbeispiele aus der qualitativen Diagnose zurückgegriffen wird. Demnach orientiert sich Unterkapitel *10.1* an der ersten Forschungsfrage (siehe Kapitel 7), welche sich der Identifikation der (bildungs-)sprachlichen Hürden der Textsorte *Versuchsprotokoll* annimmt. Während des zweiten Teils der Diskussion werden die bis dato gewonnenen Erkenntnisse in den Kontext des sprachsensiblen Fachunterrichts gesetzt, wobei die Schaffung einer geeigneten Lernumgebung zur Förderung der Protokollierfähigkeit der SchülerInnen in den Mittelpunkt rückt. Unterkapitel *10.2* wird von der zweiten Forschungsfrage (siehe Kapitel 7) geleitet und thematisiert mögliche Unterstützungsmaßnahmen und -angebote, mithilfe welcher die Lernenden die festgestellten Stolpersteine des Versuchsprotokolls leichter überwinden können.

10.1 Sprachliche und fachliche Auffälligkeiten

Wie im Kapitel 6 ausführlich beschrieben, stellt das Versuchsprotokoll eine klar strukturierte Textsorte dar, „die viele Chancen für das sprachliche und fachliche Lernen eröffnet“ (Bayrak et al. 2015: 177). Dieses Potential einer integrierten sprachlichen Bildung entspricht dem Leitgedanken des *sprachsensiblen* Fachunterrichts, dass die Sprache „gleichzeitig mit dem Lernen der Fachinhalte [wächst]“ (Leisen 2011: 5). Gleichzeitig ist das Verfassen von Versuchsprotokollen eine anspruchsvolle Tätigkeit, die mit einer erheblichen Fülle an (bildungs-)sprachlichen und fachlichen Anforderungen einhergeht.

Das für die Auswertung der Versuchsprotokolle herangezogene Analyseinstrument (Müllner/Möller angenommen) bietet hierbei den Vorteil, genaue Aussagen darüber treffen zu können, auf welchen linguistischen Ebenen die Schwierigkeiten der Lernenden zu verorten sind. Betrachtet man die vorliegenden Untersuchungsergebnisse jedoch zunächst aus einer umfassenden Perspektive (siehe Abbildung 9, S.77), so kann festgehalten werden, dass die Lernenden über die einzelnen Protokollteile hinweg im Durchschnitt mittlere Kompetenzniveaus erreicht haben. Bei einem näheren Blick auf einzelne Unterkategorien treten jedoch einige sprachliche sowie fachliche Auffälligkeiten zum Vorschein, welche die Qualität der Versuchsprotokolle negativ beeinflussen und im Folgenden diskutiert werden sollen.

10.1.1 Formal-inhaltliche Aspekte des Versuchsprotokolls

Eine Analyse der formalen Textgliederung (siehe Kapitel 9.1.1) liefert Hinweise darauf, dass die SchülerInnen nicht hinreichend mit den konstitutiven Textbausteinen des Versuchsprotokolls und deren funktionaler Abfolge vertraut sind. Der Protokollteil *Fragestellung formulieren (A)* ist in 60,42%, der Protokollteil *Hypothese/n (B)* gar nur in 12,5% der Texte enthalten, was zunächst auf ein mangelndes Textmusterwissen bezüglich der „Makrostruktur" (Bachmann/Becker-Mrotzek 2017: 29) des Versuchsprotokolls zurückgeführt werden könnte. Im Rahmen einer schriftlichen Befragung von Lernenden der Jahrgangsstufen 7 bis 9 zum Thema *Versuchsprotokoll* konnte des Weiteren die Vorstellung erhoben werden, dass „nur die Deutung wichtig [ist] – den Rest brauch[t man] nicht" (Kraus/Stehlik 2008: 18). Da die *Diskussion der Ergebnisse (E)* auch im vorliegenden Textkorpus von der Mehrheit der SchülerInnen (87,5%) berücksichtigt wurde, kann diese Vorstellung einen weiteren möglichen Erklärungsansatz für diese formalen Auffälligkeiten liefern.

Textmuster bestehen zwar aus je konstitutiven Textbausteinen, diese bilden jedoch ihrerseits „funktionale Verknüpfungen kommunikativer Absichten mit sprachlichen Ausdrücken" (Bachmann/Becker-Mrotzek 2017: 29). Bei Betrachtung der angeführten Ergebnisse ist deshalb zu bedenken, dass die formale Gliederung der Texte selbst noch keine Rückschlüsse darüber zulässt, ob die Lernenden die jeweiligen Protokollteile auch in ihrer inhaltlich-fachlichen Funktion verstanden haben. Wie in den theoretischen Ausführungen vorweggenommen, spiegeln die verschiedenen Abschnitte des Versuchsprotokolls die Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung wider (Beese/Roll 2015). Da das metasprachliche Wissen der Lernenden nicht erfasst wurde, gilt es, den Fokus auf die Detailanalysen dieser Teilkompetenzen zu richten (siehe Abbildung 14, S.84), um das schülerseitige Verständnis über den Zusammenhang zwischen Form und Funktion des Textmusters *Versuchsprotokoll* zu überprüfen.

In Bezug auf die Teilkompetenz *Fragestellung formulieren (A)* wird beispielsweise ersichtlich, dass über ein Drittel der untersuchten Protokollteile überhaupt keine Fragestellung oder lediglich eine Fragestellung auf Phänomenebene beinhalten (siehe Textbeispiel 1, S.88f.). „[D]a der Erfolg wissenschaftlicher Arbeit oft genug von der Fähigkeit abhängt, ‚die richtige Frage zu stellen'" (Mayer/Ziemek 2006: 6), sollte diese Forschungsphase vermehrt in den Blick didaktischer Überlegungen genommen werden. Eine weitere Schwierigkeit konnte für die naturwissenschaftlichen Teilkompetenzen *Datenauswertung (D)* und *Diskussion der Ergebnisse (E)* ausgemacht werden und betrifft die konzeptionelle Trennung von objektiver Beobachtung und subjektiver Meinungsäußerung. Wie anhand des Textbeispiels 10 (S.94f.)

ersichtlich, wird die Diskussion mitunter als eine auf die eigene Person bezogene Schlussfolgerung (z. B. in Hinsicht auf das individuelle Erleben oder Lernen), und nicht als eine Deutung der im Zuge des Versuchs gewonnenen Daten realisiert. Die Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse (E)* korreliert dabei signifikant mit der Unterkategorie *Tempus* (r_s= 0,502**), wobei der durchgängige Einsatz des Präsens als wichtiges formales Charakteristikum des Textmusters *Versuchsprotokoll* insgesamt noch wenig gefestigt scheint (vgl. Kapitel 9.1.3.2.1). Während die Wahl des Präsens impliziert, dass experimentelle Handlungen und dabei gemachte Beobachtungen weder an Zeit noch Personen gebunden sind (Bayrak et al. 2015: 179), verstärkt der Rückgriff auf Vergangenheitsformen, so konnte mittels qualitativer Textanalysen aufgezeigt werden, narrative (bzw. erzählerische) Textelemente. Auf die Zeitform Präsens als übergreifendes Merkmal des Versuchsprotokolls ist zwar explizit hinzuweisen, es bedarf jedoch keiner speziellen Unterstützungsmaßnahmen, da „SchülerInnen mit der Verwendung des Präsens auch aus dem Alltag vertraut sind“ (Ricart Brede 2014: 100). Die angeführten Untersuchungsergebnisse stehen mit Ricart Bredes (2014) linguistischer Analyse von 166 schülerseitigen Versuchsprotokollen der Jahrgangsstufe 8 im Einklang, welcher zufolge den Lernenden die Struktur des Versuchsprotokolls zwar grundsätzlich bekannt ist, „die einzelnen Bestandteile dieser Textbausteine jedoch weder in ihrer Funktion transparent noch gefestigt sind“ (ebd.: 99). Daraus leitet sich die didaktische Schlussfolgerung ab, die einzelnen Protokollteile im Unterricht nicht nur zu benennen (z. B. mittels Überschriften), sondern anhand ihrer Funktionen zu erarbeiten (Beese/Roll 2015: 59ff.), um das Textmusterwissen der Lernenden zu fördern.

10.1.2 Einfluss des Sprachregisters auf die Qualität von Versuchsprotokollen

Eine statistische Auswertung der Daten ergibt, dass die Versprachlichung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses in hohem Maße von der Beherrschung eines bildungssprachlichen und somit konzeptionell schriftlichen Registers abhängig ist. So konnten signifikante Korrelationen zwischen dem Sprachregister und den naturwissenschaftlichen Teilkompetenzen *Versuchsaufbau beschreiben* (r_s = 0,386*), *Datenauswertung* (r_s= 0,811**) und *Diskussion der Ergebnisse* (r_s= 0,644**) festgestellt werden. Diese Ergebnisse können vor dem Hintergrund der spezifischen Anforderungen, welche an die sprachliche Form des Versuchsprotokolls gestellt werden, diskutiert werden.

Im naturwissenschaftlichen Kontext bezieht sich das Versuchsprotokoll auf „nicht-sprachliche Ereignisse“ (Ricart Brede 2018: 339), indem es „den Weg und die Ergebnisse dar[stellt], die zu einer Erkenntnis geführt haben“ (Retzlaff-Fürst 2013: 312). Aus fachlicher Sicht müssen die

im Protokoll festgehaltenen Ergebnisse „transsubjektiv sein, also von der jeweiligen Person, der Zeit und dem Ort unabhängig“ (Mayer/Ziemek 2006: 7). Auf sprachlicher Ebene spiegelt dies die Anforderungen bildungssprachlicher Situationen wider, in welchen auf Inhalte Bezug genommen wird, „die sich nicht im unmittelbaren, gemeinsamen Erlebniskontext befinden“ (Gogolin/Lange 2011: 112). Um ihren Weg der Erkenntnis für Dritte dennoch nachvollziehbar dokumentieren zu können, sind die Lernenden folglich gefordert, auf ihre bildungssprachlichen Kompetenzen zurückzugreifen (Busch/Ralle 2013: 283). Ein narrativ bzw. mündlich geprägter Sprachgebrauch, so können die oben angeführten Korrelationen in Bezug auf die *Datenauswertung (D)* und *-diskussion (E)* aufzeigen, geht dabei eher mit dem Einbezug subjektiver Meinungsäußerungen einher.

Zudem erfordern die Teilkompetenzen der Erkenntnisgewinnung die Beherrschung bestimmter Diskursfunktionen, welche ihrerseits wiederum an Textprozeduren (Feilke 2015: 62) gebunden sind. Bildungssprache tritt in diesem Zusammenhang besonders deutlich als „Werkzeug des Denkens“ (Morek/Heller 2012: 74ff.) zum Vorschein und übernimmt eine epistemische Funktion, „um abstrakte und komplexe Inhalte sprachlich aufzunehmen und auszudrücken“ (Lange/Gogolin 2010: 9). Anders ausgedrückt, der Vollzug der kognitiven Operationen, welche im Verlauf des *Forschenden Lernens* von den SchülerInnen eingefordert werden, ist an die Verfügung über entsprechende bildungssprachliche Mittel und Strukturen gebunden. Der Bereich bildungssprachlicher Formulierungen macht neben den zuvor diskutierten formal-inhaltlichen Merkmalen daher einen ebenso wichtigen Teil des Textmusterwissens aus und sollte prototypische Elemente umfassen, auf welche die Lernenden beim Protokollieren zurückgreifen können (Fix U. 2008: 67f.).

Der Erwerb des bildungssprachlichen Registers ist „zunächst einmal eine von der Herkunftssprache unabhängige Herausforderung“ (Feilke 2012: 8). Schwierigkeiten im Umgang mit einer schriftsprachlich geprägten Sprache können nach Schmölzer-Eibinger (2013: 29) auf ein mangelndes Vertrautsein mit der „Welt der Texte“ und folglich fehlende literale Erfahrungen[12] zurückgeführt werden, welche Zweitsprachenlernende ebenso wie SchülerInnen aus bildungsfernen Familien allerdings besonders häufig betreffen: „Der Schritt vom alltags- und situationsbezogenen Sprechen zum distanzierten, abstrakteren Darstellen von Sachverhalten wird für viele von ihnen zu einer Hürde“ (ebd.). Diese Hürde konnte im Rahmen der vorliegenden Textanalyse bestätigt werden, da für das Sprachregister von Zweitsprachenlernenden bei mehr als einem Drittel der Bewertungen (n = 73) Niveaustufe 1

[12] Auch nach Dehn (2011: 130) ist es nicht „nur die Bildungsferne im Allgemeinen, sondern der Mangel an Schriftorientierung des Elternhauses, die den Schulerfolg bestimmt.“

(Narrativität) vergeben wurde, während Niveaustufe 3 (konzeptionelle Schriftlichkeit) mit 2,7% einen verschwindend geringen Anteil ausmacht. Diese Daten implizieren, dass die Schriftprodukte von Zweitsprachenlernenden vermehrt der „Sprache der Mündlichkeit" (Nodari/Schiesser 2007: 51) zuzuordnen sind und dem bildungssprachlichen Anspruch der Kontextentbundenheit daher nicht Rechnung tragen können, wie in den Textbeispielen 5 (S.90f.) und 7 (S.92f.) ersichtlich.

Deutliche Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsprachenlernenden konnten in Bezug auf die Teilkompetenz *Diskussion der Ergebnisse (E)* festgestellt werden (siehe Abbildung 15, S.86). Diese Divergenz liegt möglicherweise darin begründet, dass die zugehörige bildungssprachliche Diskursfunktion *argumentieren* eine besonders hohe kognitive Involvierung verlangt (Reich 2011: 2).

10.1.3 Einsatz unpersönlicher Konstruktionen

Der Einsatz unpersönlicher Ausdrucksformen wurde mittels Analyseraster ausschließlich für den Protokollteil *Versuchsdurchführung (C*) untersucht und konnte dabei als eine weitere sprachliche Hürde identifiziert werden. Denn in über drei Viertel der Texte (n= 33) fehlt eine Entpersonalisierung durch „man"-Sätze oder Passivkonstruktionen gänzlich bzw. überwiegend. Zudem konnte eine signifikante Korrelation (r_s= 0,464**) zwischen der Unterkategorie *unpersönliche Konstruktionen* und der Teilkompetenz *Versuchsaufbau beschreiben* ausgemacht werden, welche im Folgenden erläutert werden soll.

Im Protokollteil *Versuchsaufbau (C)* sollen die wesentlichen Handlungsschritte dokumentiert werden, und zwar so präzise, dass der Ablauf des Versuchs zu einem späteren Zeitpunkt von Außenstehenden nachvollzogen und repliziert werden kann (Bayrak et al. 2015: 179). „Durch das Aussparen der unmittelbar Handelnden treten die Prozesse in den Mittelpunkt" (ebd.), wobei diese Entpersonalisierung auf sprachlicher Ebene durch den Rückgriff auf unpersönliche Konstruktionen realisiert werden kann. Liegt der Fokus nicht am Handlungsträger, sondern auf den experimentellen Handlungen selbst, kann folglich die Präzision der Versuchsbeschreibung erhöht werden, wie anhand einer Gegenüberstellung der in Kapitel 9.2.2 präsentierten Protokollauszüge ersichtlich wird.

Vor dem Hintergrund, dass das Passiv und andere unpersönliche Konstruktionen als wichtige Indikatoren für Bildungssprache gelten (z. B. Gogolin/Roth 2007: 42), ist deren Verwendung auch hinsichtlich möglicher Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsprachenlernenden näher zu analysieren. Hierzu ist der Datenaufschlüsselung in Abbildung 12 (S.81) zu entnehmen, dass die Leistungen von SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache insbesondere in Bezug auf die

Verwendung des Passivs hinter jenen der Erstsprachenlernenden zurückbleiben. Die Aneignung passivischer Ausdrucksformen stellt zwar gemeinhin einen schwierigen Schritt im Spracherwerb dar, sodass ein aktiver Gebrauch vor Anfang der Sekundarstufe kaum zu erwarten ist (Kemp et al. 2008: 79), für Zweitsprachenlernende kann das Passiv als komplexe syntaktische Struktur jedoch eine besondere Herausforderung darstellen (Eckhardt 2008: 87ff.). Denn diese hören in ihrer Lebenswelt sehr viel weniger Passiv und haben deshalb eine geringere Chance, „eine rezeptive Kompetenz auszubilden, um diese dann in ihren aktiven Sprachschatz zu integrieren" (Rösch 2009: 17).

Ob das Passiv für SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache tatsächlich zu einem „Stolperstein" wird, hängt neben den bereits vorhandenen Sprachkompetenzen auch von der Frage ab, ob und wie Passivkonstruktionen in den jeweiligen Erstsprachen gebildet werden. In einer Analyse von Versuchsprotokollen aus dem Biologieunterricht in der Sekundarstufe I konnte Ricart Brede (2012) sprachbiografisch bedingte Unterschiede im Einsatz des Passivs empirisch nachweisen: SchülerInnen, in deren Erstsprache die Passivbildung synthetisch, das heißt „ausschließlich über Veränderungen an der Verbphrase (wie Affigierungen und/oder Vokalumlautungen) erfolgt" (z. B. Türkisch, Albanisch, Arabisch), verwenden in ihren Versuchsprotokollen signifikant seltener Passivkonstruktionen als Lernende mit Erstsprachen, die dem Deutschen typologisch nahe stehen und in welchen das Passiv ebenso analytisch mit Rückgriff auf ein Hilfsverb gebildet wird (ebd.: 269).

Aus den beschriebenen Erwerbsumständen ergibt sich die Notwendigkeit, das Passiv als explizite Lernaufgabe des Fachunterrichts zu verstehen und dabei nach Möglichkeit auch sprachkontrastive Betrachtungen miteinzubeziehen.

10.1.4 Begrenzter (Fach-)Wortschatz

Zur Einschätzung der Fachsprachlichkeit der Versuchsprotokolle wurde ausschließlich der Fachwortschatz herangezogen, welcher das „hervorstechendste Merkmal" (Grießhaber 2010: 38) von Fachsprachen darstellt und für diese von besonderer Relevanz ist: „Die Termini tragen die Hauptinformation der fachlichen Kommunikation" (Fluck 1997: 35). Innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktiken wird jedoch die Bezeichnung Fach*begriff* favorisiert, um deutlich zu machen, „dass hinter den mehr oder weniger austauschbaren Wörtern Bedeutungen, also *Begriffe*, stehen" (Schmiemann 2011: 117).

Bei der Analyse der Fachsprachlichkeit fällt zunächst auf, dass sich die Bewertungen vorrangig auf die höchste und niedrigste Niveaustufe verteilen und Fachbegriffe von den Lernenden folglich sowohl semantisch korrekt als auch überhaupt nicht eingesetzt werden (siehe

Abbildung 10, S.79). Da die Beherrschung der Fachbegriffe eine wesentliche Grundlage darstellt, um biologische Sachverhalte verstehen, ordnen und, im Kontext des Versuchsprotokolls, auch eindeutig kommunizieren zu können (Drumm 2016: 38ff.), ist der erhebliche Anteil an niedrigen Bewertungen durchaus kritisch zu reflektieren. Wie Carnevale und Wojnesitz (2014: 12) ausführen, zeigen Lernende mitunter ein Vermeidungsverhalten gegenüber fachspezifischen Begrifflichkeiten und Strukturen aus Angst, Fehler zu machen. Fachbegriffe „komprimieren" jedoch fachliche Inhalte und lassen sich daher nicht immer leicht umschreiben, sodass Lernende mit begrenztem Fachwortschatz in „Definitionsnot" geraten können (ebd.). Erschwerend kommt bei Zweitsprachenlernenden häufig ein eingeschränkter allgemeinsprachlicher Wortschatz hinzu, welcher der Aufnahme neuer (Fach-)begriffe hinderlich ist, „da weniger Vernetzung, Ableitung oder Analogiebildung möglich ist" (Ahrenholz 2010: 18). Fehlt der notwendige (Fach-)Wortschatz, so ist die sprachliche Handlungsfähigkeit der SchülerInnen eingeschränkt und die von ihnen produzierten Texte werden „lückenhaft, un- bzw. missverständlich, ungenau, zusammenhangslos, abgebrochen" (Tajmel 2017: 317).

Eine Möglichkeit, fehlenden (Fach-)wortschatz zu kompensieren, stellen Wortneuschöpfungen dar, welche in den Versuchsprotokollen insgesamt neun Mal beobachtet werden konnten (siehe Tabelle 7, S.79). Wortneuschöpfungen, wie z. B. „Klimatemperaturen" oder „Tastfelder", deuten zwar grundsätzlich auf „kreative Lernleistungen" hin, können jedoch zugleich der aktiven Aufnahme und Anwendung des Unterrichtsstoffs hinderlich sein (Rösch 2009: 19). Fachsprachliche Schwierigkeiten beim Protokollieren manifestieren sich zudem im Rückgriff auf Fachbegriffe, die semantisch allerdings nicht korrekt verwendet werden, wie beispielsweise der Terminus „Tast-Rezeptoren" im Textbeispiel 11 (S.95).

Grundsätzlich ist mit dem Erwerb eines Fachbegriffs „keinesfalls sofort der Erwerb eines vollständigen fachlichen Konzeptes verknüpft" (Kniffka/Roelcke 2016: 124), vielmehr wird die mentale Vorstellung kontinuierlich erweitert. Die Begriffsbildungsprozesse der Lernenden können jedoch erschwert werden, wenn Fachbegriffe im Biologieunterricht isoliert betrachtet werden und eine schematische Übernahme dieser zu Verbalismus führt, „bei dem den Wörtern die Begriffe fehlen" (Harms/Kattmann 2013: 381). Schwierigkeiten im Umgang mit Fachbegriffen können des Weiteren auf die im Theorieteil beschriebene „Polysemie der Begriffe" (Nitz et al. 2012: 124) und den damit verbundenen „Konfundierungen zwischen den unterschiedlichen Bedeutungen" (Gebhard et al. 2017: 120) zurückgeführt werden, wie im Textbeispiel 7 (S.92f.) anhand des Terminus *Kern* aufgezeigt.

Für die Deutung von schülerseitigen Erkenntnisprozessen erwächst aus den beschriebenen fachsprachlichen Hürden die Notwendigkeit, den Fachbegriff stets als „kognitive Einheit“ (Drumm 2016: 39) zu denken und sowohl den sprachlichen Ausdruck als auch das dahinterliegende, mentale Konzept in den Blick zu nehmen.

10.1.5 Wechsel der Darstellungsformen als Herausforderung

Der naturwissenschaftliche Diskurs zeichnet sich durch den Rückgriff auf unterschiedliche Repräsentationsformen aus, welche, wie Nitz (2016b: 49) erkennt, „allgegenwärtige Werkzeuge“ zum Nachdenken, Lernen oder Kommunizieren über fachliche Inhalte darstellen. Im Zuge der Analyse des Protokollteils *Datenauswertung (D)* wurden drei Repräsentationsformen (*logisch*-bildliche, *realistisch*-bildliche und *tabellarische* Darstellungen) berücksichtigt, wobei für jede Unterkategorie schülerseitige Schwierigkeiten festgestellt werden konnten (siehe Abbildung 16, S. 87).

In Bezug auf die Darstellungsform *Diagramm* fällt auf, dass diese Repräsentation von den Lernenden nicht nur am seltensten gewählt wurde (in 12,8% der Protokolle), sondern auch in keinem Fall mit der höchsten Niveaustufe bewertet wurde. In der Mehrheit der erstellten Diagramme (83,3%) sind die Achsen nicht beschriftet und/oder eine Legende zur Definition der Datenreihen fehlt, wobei die genannten Schwierigkeiten bereits aus der Literatur bekannt sind (Lachmayer et al. 2007: 154f.) und im Textbeispiel 9 (S.93f.) veranschaulicht werden. Bei den *tabellarischen* Darstellungen hatten die Lernenden Schwierigkeiten, ihre Daten auf strukturierte Weise wiederzugeben und Zusammenhänge herauszuarbeiten (siehe Textbeispiel 7, S.92f.). Die realistisch-bildlichen Repräsentationen bereiteten den Lernenden ebenfalls Probleme, denn ein erheblicher Anteil dieser (42,86%) gab die Ergebnisse nur unzureichend und/oder mit lückenhafter Beschriftung wieder. Insbesondere bei den Versuchsprotokollen zur Ermittlung der Geschmacksqualitäten war auffällig, dass die Zeichnungen zu den Geschmackszonen der Zunge vielfach nicht den erhobenen Daten, sondern den in Lehrbüchern oder im Internet vorfindbaren Abbildungen entsprachen.

Der sachgerechte Umgang mit multiplen Repräsentationsformen wird als integraler Bestandteil fachspezifischer Kommunikationskompetenz verstanden, „denn ohne fachspezifische Repräsentationsformen sind naturwissenschaftliche Ideen und Gedanken nur eingeschränkt zu verarbeiten, zu formulieren und zu kommunizieren“ (Krey/Schwanewadel 2018: 159). Daraus leitet sich die Notwendigkeit ab, den Umgang mit multiplen Repräsentationsformen in die Schaffung förderlicher Lernumgebungen miteinzubeziehen und zunächst den Gründen für die festgestellten Schwierigkeiten nachzugehen.

Hürden beim Lernen mit bildlichen Repräsentationen könnten darauf zurückgeführt werden, dass diese Darstellungscodes in hohem Maße konventionalisiert und, darüber hinaus, domänenspezifisch sind (Michalak et al. 2015: 110). Das bedeutet, dass die Lernenden mit dem Verstehen und der Handhabung dieser spezifischen Kulturtechniken im Fachunterricht erst vertraut gemacht werden müssen, ehe sie diese als Lernmedium nützen können (Lachmayer et al. 2007: 146). Bei den logischen Bildern kommt als weitere Schwierigkeit hinzu, dass das Verhältnis von Bild und Sachverhalt nicht „abbildhaft", sondern „logisch-strukturell" ist und diese deshalb kognitiv schwieriger zu (v)erarbeiten sind (Michalak et al. 2015: 109).

Bei einer Befragung von Riebling (2013) gab über die Hälfte der Lehrpersonen an, einen Wechsel zwischen verbalen und bildlichen Darstellungsformen häufig in ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht einzusetzen (ebd.: 149). Allerdings steht zumeist die Interpretation von vorgelegten Repräsentationen im Vordergrund, wohingegen die eigenständige Konstruktion vielfach zu kurz kommt, obwohl diese als besonders förderlich für das Verständnis konventioneller Erfordernisse, das wissenschaftliche Denken sowie das Erfassen komplexer Zusammenhänge gesehen wird (Ainsworth et al. 2011: 1096).

Ein wichtiger Punkt in der Diskussion über repräsentationsbasiertes Lernen ist des Weiteren, dass „[d]ie Annahme, dass bildliche Darstellungen per se ein leicht verständliches Medium seien und den Wissenserwerb ohne weitere instruktionale Maßnahmen unterstützen" laut Nitz et al. (2012: 123) häufig widerlegt worden ist. Insbesondere in Hinblick auf die Sprachförderung gilt es zu bedenken, dass vermeintlich „spracharme" Repräsentationsformen „keine Abkürzung zum Lernerfolg [sind], weil sie wie Texte gedanklich mit *innerer Sprache* erschlossen werden müssen und dabei den Lernenden kein Sprachmodell bieten" (Thürmann 2012: 12). Die „Überführung des Wahrgenommen in ein mentales Modell" (Michalak et al. 2015: 111) erfolgt über semantische Verarbeitungsprozesse und ist daher an angemessene sprachliche Kompetenzen gebunden (ebd.). Diese Übersetzungsleistungen erfordern zudem „eine gewisse Beweglichkeit bei der Informationsentnahme und -rekonstruktion im eigenen Kopf" (Stäudel 2008: 40) und stellen deshalb eine besondere Herausforderung für den Lernprozess dar. Das *Forschende Lernen* birgt das Potential, einen Wechsel der Repräsentationsformen zu initiieren, die geforderten Übersetzungsleistungen müssen allerdings zum Gegenstand systematischen Übens gemacht werden.

10.2 Ideen zu einer sprachsensiblen Didaktik des Versuchsprotokolls

Im Fokus der vorliegenden, als Grundlagenforschung aufzufassenden Studie stand die Identifikation von potentiellen Hürden der Textsorte *Versuchsprotokoll*, welche jedoch keinen Selbstzweck darstellen, sondern als Basis für Entscheidungen über effektive Unterstützungsmaßnahmen dienen soll (Becker-Mrotzek/Roth 2017: 18). Von den zuvor beschriebenen Auffälligkeiten ausgehend, werden daher nachfolgend erste Überlegungen in Hinblick auf eine sprachsensible Didaktik des Versuchsprotokolls angestellt.

Dabei wird zum einen ein *offensiver* Ansatz verfolgt, bei welchem die sprachlichen Anforderungen nicht didaktisch vereinfacht, durch entsprechende Hilfsangebote für die Lernenden jedoch bewältigbar werden: „Nur wenn der Lernende in die Lage versetzt wird, die fachsprachlichen Hürden selbst zu überwinden, lässt sich Sprachkompetenz und vor allem Sprachbewusstheit entfalten und mit der Fachkompetenz verbinden“ (Kuplas 2010: 200). Durch geeignete, auf die LernerInnenbedürfnisse und das Konzept des *Forschenden Lernens* abgestimmte *scaffolds* sollen die SchülerInnen entlang des *mode continuums* (Gibbons 2002, 2006) schrittweise von einer kontextgebundenen zu einer kontextentbundenen Sprache herangeführt werden.

Aus den Untersuchungsergebnissen leitet sich zum anderen die didaktische Forderung nach einer *funktionalen* Textsortenvermittlung ab (vgl. auch Ricart Brede 2014), welche strukturelle und sprachliche Charakteristika des Versuchsprotokolls mit der Orientierung an den jeweiligen kommunikativen Funktionen verbindet (Fix M. 2008: 93). Diese Verbindung wird meines Erachtens durch das Konzept der *Textmuster* als „Baupläne für das Schreiben“ (ebd.: 30) geleistet, mit deren Hilfe „die Textproduktion in bestimmten Aspekten zur Routine und damit in Teilen deproblematisiert [wird]“ (Bachmann/Becker-Mrotzek 2017: 41).

Tabelle 11 (S.107) führt die ermittelten Stolpersteine des Versuchsprotokolls mit ihren jeweiligen Funktionen zusammen und schafft eine Übersicht über mögliche Unterstützungsmaßnahmen (vgl. auch Ricart Brede 2014: 102), wobei die Förderung des Textmusterwissens als übergeordnetes Ziel gilt. Es zeigt sich, dass manche dieser didaktischen Hilfestellungen das Potential besitzen, mehrere Stolpersteine zugleich aus dem Weg zu räumen. Insbesondere die Orientierung an Mustertexten fungiert gewissermaßen als „Joker“ (ebd.: 101f.) und kann zur Vermittlung sowohl inhaltlich-formaler als auch sprachlicher Spezifika eingesetzt werden.

Tabelle 11 Übersicht über Stolpersteine, deren Funktion sowie mögliche Hilfsangebote

Stolpersteine	Funktion	Unterstützungsmaßnahmen
Formal-inhaltlicher Aufbau	Abbild der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung	• Orientierung an Mustertexten • Kontextmodellierung • Leitfragen und Leitfaden • Lernplakat
Register Bildungssprache	Dekontextualisierung; Vollzug kognitiver Operationen	• Orientierung an Mustertexten • Kontextmodellierung • Bereitstellung von Satzmustern • Lernplakat • Feedback und Überarbeitung
Unpersönliche Konstruktionen	intersubjektive Nachvollziehbarkeit	• Orientierung an Mustertexten • Situative Übungsanlässe • Vorgabe eines sprachlichen „Perspektivierungsrahmens“
Fachsprachlichkeit	Präzision und Eindeutigkeit	• Bereitstellung von Wortlisten • Systematische Erarbeitung von Fachbegriffen
Repräsentationen	Darstellung der gewonnen Daten	• Checkliste • Explizites Thematisieren und Üben im Unterricht

10.2.1 Vermittlung der formal-inhaltlichen Struktur

Kontextmodellierung

Sowohl die bildungssprachliche Didaktik (Feilke 2012: 12) als auch die Genredidaktik (Gürsoy 2018) verstehen die Situierung der Sprachanforderungen im Sinne einer Modellierung des Kontextes als wesentlich, damit die Lernenden sach- und adressatengerecht kommunizieren können. Bei der Einführung der Textsorte *Versuchsprotokoll* sollte den Lernenden deshalb die soziale Dimension und Funktion des Textes im Situationskontext bewusst gemacht werden. Dazu könnten im Unterrichtsgespräch Fragen wie „Wieso schreiben wir den Text? Und für wen?“ oder „Wer schreibt solche Texte außerhalb der Schule?“ (Gürsoy 2018: 3) kooperativ erarbeitet und die Ergebnisse in Form eines Tafelbildes (siehe Anhang 14.6) festgehalten werden. Insbesondere für jüngere Lernende könnte dabei auch folgendes gedankliche Szenario hilfreich sein: *Ein Mitschüler bzw. eine Mitschülerin war bei der Durchführung eines Experiments abwesend, möchte dieses aber mithilfe eines Versuchsprotokolls nachholen.* Von einer solchen Kontextmodellierung ausgehend, könnten erste inhaltliche und formale Anforderungen des Versuchsprotokolls, wie beispielsweise die Textgliederung nach den

Etappen der Erkenntnisgewinnung oder das Schreiben im Präsens, abgeleitet werden und bei den Lernenden eine Einsicht dahingehend entwickelt werden, „warum Versuchsprotokolle in einer ganz bestimmten Art und Weise gestaltet sein müssen“ (Bayrak et al. 2015: 180).

Orientierung an Mustertexten

Die Schreibförderung sollte bei der Rezeption von Mustertexten ansetzen, durch welche sowohl fachliche als auch (bildungs-)sprachliche Erwartungen an die Lernaufgabe *Versuchsprotokoll* explizit gemacht werden (vgl. Thürmann 2010: 144). Anhand der Mustertexte können die Lernenden prototypische Textelemente und -regularitäten induktiv erarbeiten, auf welche sie später im Zuge ihrer eigenen Textproduktion zurückgreifen können (Fix U. 2008: 69). Textmuster sind dabei keineswegs starr normativ zu verstehen, sondern sie „sollen dazu dienen, die Schreibaufgabe durchschaubarer zu machen und den Schreibprozess zu entlasten, nicht, ihn zu bestimmen“ (Fix M. 2008: 106).

Eine weitere Entlastung könnte die Beschränkung der Schreibaufgaben auf einzelne Protokollteile bieten, wodurch sich die Lernenden schrittweise der Umsetzung des gesamten Textmusters annähern können (Peschel 2013: 106). Steht die Funktion einzelner Protokollabschnitte im Fokus, so könnte eine weitere didaktische Möglichkeit darin bestehen, den SchülerInnen Mustertexte unterschiedlicher Textqualität vorzulegen und diese auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hin analysieren zu lassen. Indem die Lernenden begründen, welche der vorgelegten Mustertexte gut bzw. weniger gelungen sind, könnte auf wichtige Textkriterien, wie beispielsweise die konzeptionelle Trennung zwischen Beobachtung und Interpretation, hingelenkt werden.

Ist das Textmuster einmal erarbeitet, so könnten zu dessen Festigung auch Textpuzzles eingesetzt werden, bei welchen die SchülerInnen durcheinander geratene Textteile in eine sachlogische Reihenfolge bringen und das Versuchsprotokoll auf selbstständige und kooperative Weise rekonstruieren (Leisen 2013b: 22, Gürsoy 2018: 6).

Lernplakat

Das Methodenwerkzeug *Lernplakat* (Leisen 2013b: 30) eignet sich meines Erachtens besonders für eine umfassende Erarbeitung des Textmusters *Versuchsprotokoll*, da nicht nur formale Aspekte visualisiert, sondern den Lernenden gleichzeitig auch wichtige sprachliche Formulierungshilfen an die Hand gegeben werden können (siehe Anhang 14.6). Um das Lernplakat auf die individuellen Bedürfnisse und den Lernstand der Klasse abstimmen zu können, sollte es von den SchülerInnen im konkreten Unterrichtsgeschehen kooperativ und schrittweise erarbeitet werden. Eine Möglichkeit hierzu wäre ein Vergleich von mehreren

Musterprotokollen (bzw. Musterprotokollteilen) mit dem Ziel, typische sprachliche Merkmale und Satzmuster herauszuarbeiten und anschließend in ein vorstrukturiertes Lernplakat einzutragen (Krämer 2011). Die einzelnen Elemente des Lernplakats könnten aber auch als Puzzleteile vorgegeben und von den Lernenden gemeinsam zusammengefügt werden (Beese et al. 2014: 104f.), wobei das Produkt bedarfsorientiert auch um andere Hilfestellungen ergänzt werden kann (siehe Anhang 14.6). Wird das Lernplakat im Klassenzimmer oder im Fachraum aufgehängt, so kann es den SchülerInnen während des Protokollierens immer wieder als Orientierung dienen und dazu beitragen, dass bestimmte sprachliche Strukturen gesichert und eingeübt werden (Leisen 2013b: 30). Schulstandortbezogen wäre es „[i]m Interesse des Lernerfolgs, der Nachhaltigkeit und der Übertragbarkeit“ (Beese et al. 2014: 105) zudem sinnvoll, dass sich die Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer auf einheitliche Vorgaben zum Versuchsprotokoll einigen und das entstandene Lernplakat dadurch fächerübergreifend genützt werden kann.

Leitfragen und Leitfaden

„Wichtiger als ein Schema stur abzuarbeiten, ist die Einsicht in den Zweck des Protokollaufbaus“ (Retzlaff-Fürst 2013: 313), wobei die Funktion der einzelnen Protokollteile mittels Leitfragen, wie „Was tut man?“, „Was sieht man?“, „Wie kann man es deuten?“ (Kraus/Stehlik 2008: 20), verdeutlicht werden kann. Derartige Leitfragen könnten den Lernenden beispielsweise auf einem entsprechend vorstrukturierten Arbeitsblatt vorgegeben werden. Hilfreich könnte hierbei auch das Methodenwerkzeug *Sprechblasen* (Leisen 2013b: 16) sein, um das, „was ‚im Hintergrund‘ oder ‚zwischen den Zeilen‘ gesagt und gedacht wird“ (ebd.), zu visualisieren. Bei der Arbeit mit einem Musterprotokoll könnten die SchülerInnen beispielsweise aufgefordert werden, die Leitfragen bzw. Sprechblasen den entsprechenden Textabschnitten zuzuordnen oder diese, in höheren Jahrgängen, selbstständig zu formulieren.
Über einzelne Leitfragen hinausgehend, könnte den Lernenden auch ein Leitfaden zur Erstellung von Versuchsprotokollen an die Hand gegeben werden (vgl. Carnevale/ Wojnesitz 2014: 48f.), welcher jedoch nicht nur die inhaltlichen Anforderungen der einzelnen Protokollteile erläutern, sondern auch Hilfestellungen für die sprachliche Realisierung umfassen sollte. Auf Basis von Modelltexten könnte ein solcher Leitfaden, auch in Form einer Checkliste, kooperativ mit den SchülerInnen erarbeitet werden, wodurch Erkenntnisprozesse möglicherweise besonders befördert sowie spezielle LernerInnenbedürfnisse berücksichtigt werden.

10.2.2 Erhöhung der bildungssprachlichen Nähe der Texte

Vorgabe von Satzmustern und Routineausdrücken

Das Wissen über typische Formulierungen bzw. sprachliche Mittel ist unentbehrlicher Teil der Textsorten- bzw. Textmusterkompetenz (Fix U. 2008: 67), aber gerade schwächere SchreiberInnen werden durch das Formulieren häufig stark beansprucht, sodass andere textuelle Qualitätsmerkmale, wie z. B. die Adressaten- oder Zielorientierung, vernachlässigt werden (Harren 2018: 210). Wie in den bisherigen Ausführungen deutlich geworden, ist das Protokollieren des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses an komplexe Sprach- und Denkhandlungen gebunden, wobei die Bereitstellung und Automatisierung entsprechender Satzmuster bzw. literaler Routinen kognitive Entlastung bieten kann (Feilke/Augst 1989: 303). Satzmuster könnten nicht nur erste (bildungs-)sprachliche „Gerüste" liefern, sondern zugleich auch die naturwissenschaftlichen Teilkompetenzen befördern: „So gibt das Satzmuster ‚Daraus kann man schließen, dass …' eine sprachliche Hilfe und bringt den Lernenden außerdem dazu, einen kausalen Schluss zu ziehen" (Beese et al. 2014: 104). Ein breit gefächertes Angebot von sprachlichen Mitteln bzw. Routineausdrücken (siehe Anhang 14.6) erlaubt den SchülerInnen zudem eine reflektierte, selbstgesteuerte Auswahl für den situativ angemessenen Gebrauch, wodurch individuelle Aneignungsprozesse verstärkt werden (Thürmann 2010: 146).

Möglichkeiten des Feedbacks und der Überarbeitung

Der „Prozesscharakter des Schreibens" (Beese/Roll 2015: 63) ist auch im Fachunterricht zu vermitteln, weshalb die Phase der Textüberarbeitung bei einem *sprachsensiblen Forschenden Lernen* keinesfalls vernachlässigt werden sollte. Denn gerade schwächere SchreiberInnen beschäftigen sich weniger ausgiebig mit der Überarbeitung der eigenen Texte bzw. nehmen sie dabei vornehmlich Oberflächenmerkmale, wie Rechtschreibung und Grammatikfehler, in den Blick (Harren 2018: 210). Unter der Devise „writing is rewriting" (Kruse/Ruhmann 2006: 17) sollte eine sprachsensible Didaktik des Versuchsprotokolls daher um den Einsatz geeigneter Feedback-Techniken bemüht sein, welche die Grundlage für eine bewusste Nachbereitung und eine damit einhergehende Reflexion von Textmustern und -normen liefern.

Bei der Methode *Forscherkonferenz* soll „der Übergang zur Verwendung der kontextunabhängigeren Sprache quasi nach-konstruiert" werden (Quehl/Trapp 2013: 45). Während sich die Lernenden bei der Durchführung von Experimenten auf einen gemeinsamen Kontext beziehen und ihre Handlungen deshalb mit einer alltäglichen, situationsgebundenen Sprache begleiten (Quehl/Trapp 2013: 44, Gibbons 2002: 43ff.), sind sie in der anschließenden *Forscherkonferenz* gefordert, ihre Untersuchungen ohne Rückgriff auf die verwendeten

Materialien zu präsentieren und dabei bildungssprachliche Mittel zu erproben. Die ZuhörerInnenschaft wird gleichzeitig angehalten, auf Verständlichkeit zu achten, gegebenenfalls Fragen zu stellen und Rückmeldungen zu geben (Quehl/Trapp 2013: 45), sodass die unterrichtliche Kommunikation einem „Prozess des Aushandelns und Austarierens von Bedeutungszuweisungen“ (Leisen 2013a: 43) entspricht. Um eine authentische Kommunikationssituation zu schaffen, bei welcher die Lernenden tatsächlich auf die Verständlichkeit ihrer Äußerungen achten müssen (Grießhaber 2010: 50), sollte eine Informationslücke erzeugt werden (Gibbons 2002: 43), beispielsweise indem die SchülerInnen zu verschiedenen Aspekten eines übergeordneten biologischen Phänomens arbeiten oder ein hoher Öffnungsgrad des *Forschenden Lernens* zu unterschiedlichen Lösungswegen führt.
Checklisten liefern weitere Anregungen für die Nachbereitung der Protokolle (u. a. Beese/Roll 2013: 227), wobei diese im Vorfeld auch gemeinsam mit den Lernenden erarbeitet werden könnten (vgl. Punkt „Leitfragen und Leitfaden“). Für den Chemieunterricht liegt mit dem *Protokoll-Checker* (Bayrak et al. 2015, 2017) zudem bereits ein Förderinstrument vor, welches Lernende sowohl beim Verfassen als auch bei der Überarbeitung ihrer Protokolle unterstützen und dabei eine „Internalisierung der ‚Gelingens-Kriterien‘ bei den Schülern bewirken [soll]“ (Bayrak et al. 2015: 181). Dies erfolgt mithilfe von Fehlercodes, die bei der Durchsicht der Versuchsprotokolle von der Lehrkraft (oder den MitschülerInnen) an die zu verbessernden Textstellen angebracht und in einem integrierten Ratgeber erläutert werden (ebd.). Mit geringfügigen Abänderungen in der inhaltlich-fachlichen Kategorie wäre ein Einsatz dieses Förderinstruments auch für das *Forschende Lernen* im Biologieunterricht denkbar.

10.2.3 Heranführung an einen unpersönlichen Stil

Arbeit mit Musterprotokoll und situative Übungsanlässe

Die Untersuchungsergebnisse legen nahe, dass die Lernenden, insbesondere diejenigen mit Deutsch als Zweitsprache, in verstärktem Maße an den unpersönlichen Stil des Versuchsprotokolls und dem damit verbundenen Einsatz des Passivs und von Passiversatzformen heranzuführen sind. Wichtig erscheint hierbei, die entsprechenden grammatikalischen Phänomene in Relation zu ihrer Funktion im Fachtext zu thematisieren und auf diese Weise ein metasprachliches Bewusstsein zu wecken, systematische Grammatikübungen hingegen zu vermeiden (Michalak et al. 2015: 142f.). Die Arbeit mit Musterprotokollen betreffend, könnte zum Beispiel ein Vergleich zwischen einer in der ersten Person verfassten Versuchsdurchführung und einem unpersönlich gehaltenen Text angestellt werden, um die Allgemeingültigkeit von entpersonalisierten Aussagen zu verdeutlichen. Des

Weiteren könnten die SchülerInnen aufgefordert werden, die zur Entpersonalisierung des Musterprotokolls beitragenden Strukturen ausfindig zu machen und farblich hervorzuheben. Auf dieser Grundlage könnte die Bildung des Passivs induktiv abgeleitet und in Erinnerung gerufen werden. Anschließend könnte ein möglicher situativer Übungsanlass etwa darin bestehen, persönliche oder im Imperativ formulierte Versuchsanleitungen unter Rückgriff auf unpersönliche Konstruktionen umzuformulieren.

Vorgabe eines sprachlichen „Perspektivierungsrahmens“

Bezüglich des Einsatzes unpersönlicher Konstruktionen konnte Ricart Brede (2014) im Rahmen einer Analyse von Versuchsprotokollen eine starke Persistenz und Kohärenz im Schreibstil der Lernenden feststellen. Das bedeutet, dass SchülerInnen dazu tendieren, die einmal gewählte Perspektive beizubehalten, weshalb das initial gebrauchte Subjekt für den gesamten Text prägend ist. Als didaktische Folgerungen schlägt die Autorin daher die Bereitstellung von unpersönlich formulierten Leitfragen und Textanfängen vor, welche gewissermaßen als „sprachlicher Perspektivierungsrahmen“ fungieren und einen unpersönlichen Stil im Folgetext evozieren können (ebd.: 100). Hierbei könnten, eventuell in Abstimmung auf den Deutsch- oder DaZ-Förderunterricht, auch unterschiedliche Progressionen in der Unpersönlichkeit (z. B. von der „man-Form“ zum Passiv und reflexiven Formulierungen) zum Einsatz kommen (Krabbe 2015: 171).

10.2.4 Förderung der Fachsprachlichkeit

Bereitstellung von Wortlisten

Die Wichtigkeit des lexikalischen Repertoires für die Sprachhandlungsfähigkeit der SchülerInnen konnte Tajmel (2017: 344) in einer Explorationsstudie nachweisen: Bei der Aufgabe, einen physikalischen Demonstrationsversuch genau zu beschreiben, führte die Bereitstellung lexikalischer Mittel zu fachlich präziseren und bildungssprachlich besseren Texten. *Wortlisten* bieten dabei den Vorteil, dass sie sich auf zur Weiterarbeit notwendige sprachliche Mittel beschränken und dadurch besonders zeitökonomisch sind (Tajmel 2017: 320f.). Sie sollten allerdings nicht einfach vorgegeben, sondern mit den Lernenden gemeinsam aus dem Handlungszusammenhang heraus erarbeitet werden (Leisen 2013b: 12). Begriffe, die sich auf konkrete Gegenstände und Handlungen beziehen, sind sensorisch erfahrbar und dadurch leichter zu erschließen, weswegen diese zusätzlich mithilfe von Bildern oder Realien bzw. durch entsprechende Gestik begleitet eingeführt werden sollten (Michalak et al. 2015: 146). Speziell für Zweitsprachenlernende sollten bei sämtlichen lexikalischen Hilfestellungen

auch grammatische Informationen mitangeführt werden. Dabei gilt grundsätzlich, Substantive mit Artikel und Pluralform, Verben mit Partizip Perfekt bzw. trennbare und reflexive Verben auch in flektierter Form anzugeben (Michalak et al. 2015: 147, Quehl/Trapp 2013: 36).

Systematische Erarbeitung von Fachbegriffen

„Die Aneignung von Fachbegriffen ist ein nicht abzutrennender Bestandteil der fachlichen Lernprozesse selbst, bei denen Verstehen und Verwenden ständig ineinandergreifen" (Gogolin/Dirim et al. 2011: 201f.), weshalb eine systematische Arbeit am (Fach-)Wortschatz auch im Rahmen des *Forschenden Lernens* erfolgen sollte. Wesentlich für die Unterstützung der Begriffsbildungsprozesse der Lernenden erscheint mir, Fachbegriffe durch fachliche Handlungssituationen semantisiert, miteinander vernetzt sowie mit einem Wechsel der Darstellungsform zu vermitteln (Leisen 2013a: 185, Michalak et al. 2015: 149), um deren Verwendung als bloße „Worthülsen" (Tajmel 2017: 324) entgegenzuwirken. Zur lexikalischen Entlastung könnten sich unter anderem *Mindmaps* oder *Begriffsnetze* zum jeweiligen Forschungsthema eignen, um den (Fach-)Wortschatz zu aktivieren, zu strukturieren sowie begriffliche Beziehungen darzustellen (Both et al. 2013: 279ff.). Da die Bedeutung von Fachbegriffen durch unterschiedliche Definitionsformen festgelegt wird (Kniffka/Roelcke 2016: 61f.), könnte auch die Erstellung eines *Glossars* (Carnevale/Wojnesitz 2014: 13) oder einer *Lernkartei* unterstützend wirken. Apeltauer (2014: 246f.) weist allerdings darauf hin, dass im Unterricht vorgegebene Begriffsdefinitionen für Zweitsprachenlernende oft ihrerseits erklärungsbedürftig sind, häufig auswendig gelernt und folglich nur oberflächlich verarbeitet werden. Eine didaktische Folgerung wäre, die SchülerInnen eigene, für sie verständliche Definitionen von Fachbegriffen erarbeiten zu lassen (z. B. durch den Vergleich anderer Definitionen), wobei sie auch auf unterschiedliche Bedeutungsebenen eines Begriffs eingehen oder erläuternde Abbildungen einfügen könnten. In Abhängigkeit davon, ob das *Forschende Lernen* zur Hinführung oder Veranschaulichung eines fachlichen Konzepts dient, könnten diese Definitionen entweder während des Experimentierens nachgeschlagen oder aber im Anschluss zur Ergebnissicherung ausgearbeitet werden.

10.2.5 Initiierung eines Darstellungswechsels

Explizites Unterrichten und Üben im Fachunterricht

Der Wechsel zwischen naturwissenschaftlichen Darstellungsformen ist kognitiv besonders herausfordernd (Stäudel 2008: 40), wobei ein explizites Unterrichten des Umgangs mit verschiedenen Repräsentationen als ausschlaggebend für die Entwicklung entsprechender

SchülerInnenfähigkeiten gilt (Nitz et al. 2012: 122). Diesbezüglich konnten Nitz et al. (2014) in einer Untersuchung im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe zeigen, dass die SchülerInnenleistungen im Umgang mit bildlichen Repräsentationen umso besser ausfielen, je häufiger deren Interpretation und Konstruktion im Verlauf des Unterrichts bewusst zum Thema gemacht wurde. Explizite Übungen zum Darstellungswechsel sind dabei laut Stäudel (2008: 40) am wirksamsten, „wenn sie gut in den Unterricht eingebettet und mit den aktuell bearbeiteten Inhalten verknüpft werden". Das *Forschende Lernen* liefert in meinen Augen einen äußerst geeigneten Kontext, um diesen Bedingungen eines repräsentationsbezogenen Übens gerecht zu werden. Da diese Darstellungsformen ebenso wie Textmuster hoch konventionalisiert sind (Michalak et al. 2015: 110), könnte sich auch hier eine Arbeit mit „Musterrepräsentationen" anbieten. Wie Kattmann (2013: 376) für ein nachhaltiges Lernen mit Diagrammen vorschlägt, könnte man die von den Lernenden nach eigenen Vorstellungen konzipierten Repräsentationen gemeinsam analysieren sowie interpretieren lassen, wodurch die Anforderungen der jeweiligen Darstellungsformen sichtbar werden. Schließlich sollten sich die Lehrkräfte vergewissern, dass die SchülerInnen auch über die notwendige Methodenkompetenz verfügen, um Repräsentationen mithilfe entsprechender Computerprogramme zu erstellen.

Checkliste

Zur Unterstützung des Darstellungswechsels könnte eine *Checkliste* zum Einsatz kommen, anhand welcher die SchülerInnen selbst oder gegenseitig überprüfen, ob wesentliche Konventionen der jeweiligen Repräsentationsformen eingehalten wurden. Gleichzeitig würde eine derartige Checkliste bzw. ein um passende Items erweiterter *Protokoll-Checker* (siehe Punkt *Möglichkeiten des Feedbacks und der Überarbeitung*) konkrete Anhaltspunkte für eine gezielte Überarbeitung der Repräsentationen liefern. Für den lernförderlichen Umgang mit Diagrammen haben Lachmayer et al. (2007) bereits ein Strukturmodell schülerseitiger Kompetenzen hervorgebracht, welches einen möglichen Orientierungsrahmen für die Erstellung einer entsprechenden Checkliste bieten könnte. Hinsichtlich der tabellarischen und logisch-realistischen Repräsentationen sollten außerdem die aus der Analyse von Versuchsprotokollen empirisch gewonnenen und im Analyseraster von Müllner und Möller (angenommen) definierten Anforderungen berücksichtigt werden.

11. Resümee und Ausblick

Mehrsprachigkeit prägt die gesellschaftliche Realität und auch an den österreichischen Bildungsinstitutionen stellt die sprachliche Diversität der Kinder und Jugendlichen längst nicht mehr die Ausnahme, sondern eine grundlegende Bedingung des schulischen Alltags dar. Dabei konnte die Bedeutung der sprachlichen Voraussetzungen für das naturwissenschaftliche Lernen insbesondere durch die bei den PISA-Studien 2006 und 2015 analysierten Leistungsrückstände von SchülerInnen mit Migrationshintergrund (Suchań/Breit 2016, Breit 2009) nachgewiesen werden, worauf auch zu Beginn dieser Arbeit eingegangen wurde. Für den Bildungserfolg von großer Relevanz ist das Register *Bildungssprache* als „Medium des Wissenstransfers", „Werkzeug des Denkens" und „Eintritts- und Visitenkarte" (Morek/Heller 2012), welches sich sowohl auf lexikalisch-semantischer, syntaktischer als auch textueller Ebene vom alltäglichen Sprachgebrauch der SchülerInnen unterscheidet. Ein erschwerter Zugang zur Bildungssprache wirkt zugleich als Barriere bei der Aneignung der Fachinhalte (Reich 2013: 64).

Da es genuine Aufgabe der Schule ist, Benachteiligungen aufgrund der Herkunft auszugleichen (Petersen/Tajmel 2015: 85), muss auch der naturwissenschaftliche Unterricht im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung Verantwortung für die bildungssprachliche Entwicklung der Lernenden übernehmen (Vollmer/Thürmann 2013) und Sprache „als Medium des Lernens (und in weiterer Perspektive: als Medium des Handelns) in einer sprachenteiligen Gesellschaft" (Reich 2013: 59) begreifen. „Sprachliches Handeln, Wissen und Erkenntnis bilden einen Zusammenhang, der in systematischer Weise für ein sprachbewusstes Lernen im Fachunterricht genutzt werden kann" (Beese/Roll 2015: 51), weshalb sich auch für die naturwissenschaftlichen Fächer die Frage auftut, wie fachdidaktische Konzepte mit Methoden der Sprachbildung vereint werden können.

In diese Thematik des sprachsensiblen Fachunterrichts hat sich auch die vorliegende empirische Forschungsarbeit eingefügt, welche die Lehr- und Lernmethode des Forschenden Lernens (u.a. Mayer/Ziemek 2006) als sprachlichen Handlungskontext gewählt und sich dabei insbesondere mit dem sprachbildenden Potential der naturwissenschaftlichen Textsorte *Versuchsprotokoll* beschäftigt hat. Es hat sich dabei gezeigt, dass beim Protokollieren wichtige Elemente eines sprachsensiblen Fachunterrichts Berücksichtigung finden. Denn das Verfassen von Versuchsprotokollen erlaubt, die gegenständlichen Erfahrungen des Experimentierens durch das Medium der Schrift nochmals zu ordnen und zu reflektieren sowie in andere Repräsentationsformen überzuführen. Die funktionale Gliederung in verschiedene Protokollteile, welche die Etappen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung

widerspiegeln (Pineker-Fischer 2017: 80), ermöglicht zudem, verschiedene Diskursfunktionen und zugehörige sprachliche Mittel systematisch einzuüben.

Gleichzeitig stellt die Textsorte *Versuchsprotokoll* sehr hohe Anforderungen an den Sprachgebrauch, weshalb gerade sprachschwache SchülerInnen durch geeignete *scaffolds* unterstützt werden sollten, damit die epistemische Funktion des Schreibens auch tatsächlich wirksam werden kann. Die vorliegende Forschungsarbeit hat daher zum Ziel gehabt, bildungssprachliche Hürden, welchen Lernende beim Verfassen von Versuchsprotokollen begegnen, aufzudecken. Im Fokus der Studie stand die Untersuchung von 48 schülerseitigen Versuchsprotokollen, deren fachliche als auch sprachliche Qualität mithilfe eines Analyserasters (Müllner/Möller angenommen) sowie einer qualitativen Textdiagnose in Bezug auf die Hauptkategorien *Lexik und Semantik*, *Syntax* und *Textualität* eruiert worden ist.

Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen kann festgehalten werden, dass die Lernenden Unsicherheiten in Bezug auf den inhaltlich-funktionalen Aufbau des Versuchsprotokolls sowie den damit verbundenen sprachlichen Merkmalen aufwiesen. Stolpersteine konnten des Weiteren für jede der oben genannten Hauptkategorien ausgemacht werden: Auf lexikalischer Ebene betreffen sie den semantisch korrekten Einsatz von Fachbegriffen, im Bereich der Syntax das durchgehende Schreiben im Präsens und insbesondere die Verwendung unpersönlicher Konstruktionen, für welche überdies deutliche Unterschiede zwischen Erst- und Zweitsprachenlernenden festgestellt werden konnten. Neben der Überführung der Daten in bildliche Repräsentationen bereitete auf textueller Ebene vor allem die Wahl eines angemessenen Sprachregisters Schwierigkeiten. Denn die Schriftprodukte, insbesondere jene von SchülerInnen mit Deutsch als Zweitsprache, wichen teils deutlich vom Pol der konzeptionellen Schriftlichkeit ab (Koch/Oesterreicher 1985) und konnten dem bildungssprachlichen Anspruch auf Kontextentbundenheit daher nicht gerecht werden. Zudem konnten signifikante Zusammenhänge zwischen dem Sprachregister und mehreren Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (Mayer 2007) nachgewiesen werden. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Sprechen bzw. Schreiben und Denken „auf unauflösbare Weise“ (Gebhard et al. 2017: 107) zusammenhängen und Bildungssprache dabei eine „Brücke“ zu höheren fachlichen Kognitionsstufen darstellt (Beese/Benholz 2013: 46).

Davon ausgehend, dass die Sprach- und Kommunikationskompetenz der Lernenden als wesentliche Zieldimensionen des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu betrachten sind (Nitz 2016a: 463), stellte sich anschließend an die Textauswertung die Frage, durch welche Formen von *Scaffolding* die Protokollierfähigkeit der Lernenden (Engl et al. 2014) erhöht werden

könnte. Von einem offensiven als auch funktionalen Ansatz (Ricart Brede 2014) ausgehend, wurden didaktische Überlegungen vorgebracht, um die Lernenden bei der Bewältigung der festgestellten Stolpersteine in Zukunft besser unterstützen zu können. Anhand der vorgeschlagenen *scaffolds* sollen Textmuster und damit einhergehende bildungssprachliche Strukturen bewusst wahrgenommen und schrittweise automatisiert werden (Michalak et al. 2015: 167), wofür eine angeleitete Erarbeitung von Modelltexten, sowie die Bereitstellung sprachlicher Mittel, z. B. in Form von Satzmustern oder eines Lernplakats, besonders geeignet erscheinen. Eine wesentliche didaktische Aufgabe besteht zudem darin, die Lernenden beim Übergang von der Alltagssprache des Experimentierens hin zur Bildungs- und Fachsprache des Versuchsprotokolls zu unterstützen, was zum Beispiel mittels einer umfassenden Kontextmodellierung oder einer Forscherkonferenz (Quehl/Trapp 2013) gelingen könnte.

Wie in dieser Forschungsarbeit klar herausgearbeitet wurde, stellen sowohl das Bewusstsein über die speziellen Anforderungen der Bildungssprache als auch die Kenntnis methodischer und didaktischer Verfahren der Sprachbildung wesentliche Voraussetzungen für eine sprachsensible Unterrichtsgestaltung dar. Angesichts der wachsenden sprachlichen Heterogenität an Österreichs Schulen sollten diesbezüglich institutionelle Rahmenbedingungen für die notwendige Professionalisierung der Lehrkräfte geschaffen werden. Dabei sollten angehende LehrerInnen meines Erachtens bereits während ihrer Ausbildung mit Sprachbildung als integralen und verbindlichen Bestandteil des Fachunterrichts sowohl auf theoretische als auch auf praktische Weise konfrontiert werden. Denn, wie Befragungen deutscher Lehrkräfte durch Tajmel (2010) und Becker-Mrotzek et al. (2012) aufzeigen konnten, stellt eine unzureichende Ausbildung einen maßgeblichen Faktor für die mangelhafte Einbeziehung von Sprachenlernen in den Unterricht dar.

Von den vorliegenden Untersuchungsergebnissen sowie der Notwendigkeit einer sprachsensiblen Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ausgehend, können folgende Desiderate für weiterführende Forschungen formuliert werden:

- Bislang zeichnet sich der Forschungsstand zur sprachsensiblen Gestaltung des Fachunterrichts vor allem durch theoretische Überlegungen und Richtlinien aus, wobei unter anderem Drumm (2016) und Pineker-Fischer (2017) erste Einblicke in deren Umsetzung im naturwissenschaftlichen Unterricht liefern konnten. Empirische Nachweise für die Effektivität sprachsensibler Unterstützungswerkzeuge bezogen auf das sprachliche und fachliche Lernen stehen hingegen noch aus. Deshalb könnte eine an die vorliegende Arbeit anknüpfende Interventionsstudie die für den Kontext des Forschenden Lernens

vorgebrachten didaktischen Ideen aufgreifen, für einen bestimmten Themenbereich weiterentwickeln und auf ihre sprach- als auch fachförderliche Wirkung hin untersuchen.

- Thürmann et al. (2015) bezeichnen das Schreiben in den Sachfächern als einen „schlafenden Riesen“ und verweisen damit auf ein „dramatisches Missverhältnis zwischen dem Potenzial des Schreibens im Unterricht als Werkzeug des Lehrens und Lernens und der schulischen Realität“ (ebd.: 17). Um auch die Biologielehrkräfte für den Einbezug schriftlicher Produktionen zu gewinnen, wären Unterrichtsforschungen notwendig, die dieses fachliche als auch sprachliche Lernpotential empirisch stützen. Da eine textsortenbasierte sprachliche Bildung als besonders vielversprechend gilt (Beese/Roll 2015), sollten weitere naturwissenschaftliche Textsorten in den Blick genommen und ebenso auf mögliche Stolpersteine hin analysiert werden.
- Dem Wechsel der Darstellungsformen (u. a. Leisen 2005b) wird eine bedeutsame Rolle für die Sprachbildung zugesprochen, wenngleich dieser, wie die Untersuchungsergebnisse bestätigen, hohe Anforderungen an die Lernenden stellt. Mit Nitz (2016a: 474) übereinstimmend, sehe ich die Notwendigkeit, die Gelingensbedingungen für repräsentationsbezogene Lerngelegenheiten unter Rückbezug auf die Kompetenzentwicklung der SchülerInnen zu untersuchen.
- Nach Einschätzung von Vollmer und Thürmann (2010: 129) fehlt Fachlehrkräften „noch überwiegend Sensibilität für die Sprachlichkeit von Fachlernen“, welche sich, wie Tajmel (2010) in einer Untersuchung feststellen konnte, auch auf die Bewertung von Schülerleistungen auswirkt. Der in dieser Studie verwendete Analyseraster (Müllner/Möller angenommen) könnte deshalb für den Einsatz in der Unterrichtspraxis modifiziert und anschließend Lehrkräften als Orientierungshilfe für eine sprachsensible Beurteilung von Versuchsprotokollen an die Hand gegeben werden.
- Im Sinne einer durchgängigen Sprachbildung (Gogolin/Dirim et al. 2011) sollte die Zusammenführung fach- und sprachdidaktischer Expertise, wie etwa im Konzept des *Sprachsensiblen Forschenden Lernens* realisiert, stärker vorangetrieben werden. Ein Beispiel wäre die Bildung von lehrerseitigen Fach-Sprach-Tandems, wie von Oomen-Welke und Decker-Ernst (2013: 36) vorgeschlagen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Notwendigkeit, Sprachbildung als wesentlichen Bestandteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verstehen, anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse einmal mehr verdeutlicht werden konnte.

Eine sprachsensible Didaktik des Versuchsprotokolls mag zwar nur ein erster Schritt sein, um mit der Illusion einer monolingualen SchülerInnenschaft zu brechen. Durch die vorgebrachten Ideen für ein sprachsensibles *Scaffolding* konnten jedoch Anregungen geliefert werden, wie Sprachbildung in naturwissenschaftsdidaktische Konzepte eingebunden und dadurch die Grundlage für eine chancengerechte Wissensvermittlung, insbesondere für Zweitsprachenlernende, geschaffen werden kann.

12. Literaturverzeichnis

Abels, S., & Koliander, B. (2017). *Forschendes Lernen als Beispiel eines inklusiven Ansatzes für den Fachunterricht.* In: Schörkhuber, B., Rabl, M., & Svehla, H. [Hrsg.]: *Vielfalt als Chance: vom Kern der Sache.* Wien: LIT, 53-60.

Abraham, U., & Saxalber, A. (2012). Typen sprachlichen Handelns („Operatoren“) in der neuen standardisierten Reifeprüfung Deutsch. *ide*, *36(1)*, 36-40.

Abrams, E., Southerland, S. A., & Evans, C. (2008). *Introduction: Inquiry in the Classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition.* In: Abrams, E., Southerland, S. A., & Silva, P. [Hrsg.]: *Inquiry in the Classroom: Realities and Opportunities.* Charlotte: Information Age Publishing, xi – xiii.

Ahrenholz, B. (2010). *Bildungssprache im Sachunterricht der Grundschule*. In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag, 15 – 36.

Ahrenholz, B. (2013). *Sprache im Fachunterricht untersuchen*. In: Röhner, C., & Hövelbrinks, B. [Hrsg.]: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen*. Weinheim: Beltz, 87 – 98.

Ahrenholz, B. (2014[3]). *Erstsprache – Zweitsprache – Fremdsprache*. In: Ahrenholz, B., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache*. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, 3 – 16.

Ahrenholz, B. (2017). *Sprache in der Wissensvermittlung und Wissensaneignung im schulischen Fachunterricht.* In: Lütke, B., Petersen, I., & Tajmel, T. [Hrsg.]: *Fachintegrierte Sprachbildung: Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis*. Berlin [u.a.]: De Gruyter Mouton, 1-31.

Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011*). Drawing to learn in science*. Science, 333, 1096–109.

Alzheimer, C. (2008). *Somatoviszerale Sensibilität*. In: Speckmann, E.-J., Hescheler, J., & Köhling, R. [Hrsg.]: *Physiologie*. München [u.a.]: Urban & Fischer in Elsevier, 50-67.

Apeltauer, E. (2014[3]). *Wortschatzentwicklung und Wortschatzarbeit.* In: Ahrenholz, B., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag, 239 – 252.

Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2013). *Wissenschaftliches Denken beim Experimentieren - Kompetenzdiagnose in der Sekundarstufe II.* In: Krüger, D., Upmeier zu Belzen, A., Schmiemann, P., Möller, A., & Elster, D. [Hrsg.]: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 11*. Kassel: Universitätsdruckerei, 7-20.

Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Schüler als Forscher. Experimentieren kompetenzorientiert unterrichten und beurteilen. *MNU, 67(2),* 83-91.

Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2016). Scaffolding beim Forschenden Lernen. Eine empirische Untersuchung zur Wirkung von Lernunterstützungen. *ZfDN, 23*, 21-37.

Bachmann, T., & Becker-Mrotzek, M. (2017). *Schreibkompetenz und Textproduktion modellieren*. In: Becker-Mrotzek, M., Grabowski, J., & Steinhoff, T. [Hrsg.]: *Forschungshandbuch empirische Schreibdidaktik*. Münster: Waxmann, 25-55.

Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, *46(2)*, 26-29.

Barzel, B., Reinhoffer, B., & Schrenk, M. (2012). *Das Experimentieren im Unterricht*. In: Rieß, W., Wirtz, M., Barzel, B., & Schulz, A. [Hrsg.]: *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten.* Münster: Waxmann, 103-127.

Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiß, M. (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich.* Opladen: Leske + Budrich.

Bayrak, C., Hoffmann, L., & Ralle, B. (2015). Sprachliches und fachliches Lernen im Experimentalunterricht. *MNU*, *68(3)*, 177-182.

Bayrak, C., & Ralle, B. (2017). *Protokoll Checker für Schüler*, abgerufen unter: http://www.ccb.tu-dortmund.de/fb03/de/Forschung/DC/Ralle/Forschung/Protokollchecker/Protokollchecker_Schueler_1_2017.pdf [11.10.2019]

Becker-Mrotzek, M., Hentschel, B., Hippmann, K., & Linnemann, M. (2012). *Sprachförderung in deutschen Schulen – die Sicht der Lehrerinnen und Lehrer.* Köln: Universität, Mercator Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache [Hrsg.].

Becker-Mrotzek, M., & Roth, H.-J. (2017). *Sprachliche Bildung - Grundlegende Begriffe und Konzepte.* In: Becker-Mrotzek, M., & Roth, H.-J. [Hrsg.]: *Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder*. Münster: Waxmann, 11 – 36.

Beese, M., & Benholz, C. (2013). *Sprachförderung im Fachunterricht. Voraussetzungen, Konzepte und empirische Befunde.* In: Röhner, C., & Hövelbrinks, B. [Hrsg.]: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen.* Weinheim [u.a.]: Beltz Juventa, 37-56.

Beese, M. & Roll, H. (2013).*Versuchsprotokolle schreiben – zur Förderung literaler Routinen bei mehrsprachigen SuS in der Sekundarstufe I.* In: Decker-Ernst, Y., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache: Beiträge zur durchgängigen Sprachbildung*. Stuttgart: Fillibach bei Klett, 213–230.

Beese, M., Benholz, C., Chlosta, C., Gürsoy, E., Hinrichs, B., Niederhaus, C., & Oleschko, S. (2014). *Sprachbildung in allen Fächern.* München: Klett-Langenscheidt.

Beese, M., & Roll, H. (2015). *Textsorten im Fach - zur Förderung von Literalität im Sachfach in Schule und Lehrerbildung*. In: Benholz, C., Frank, M., & Gürsoy, E. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern: Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht.* Stuttgart: Fillibach bei Klett, 51-72.

Bell, T. (2010). *Forschendes Lernen. Piko-Brief Nr. 11*, abgerufen unter: https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf [05.12.2019]

Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education, 32(3)*, 349-377.

bifie (2011). *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe*, abgerufen unter: https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf [14.11.2019]

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.

BMBWF (2019). *Informationsblätter zum Thema Migration und Schule Nr. 5/2019. Der muttersprachliche Unterricht in Österreich: Statistische Auswertung für das Schuljahr 2017/18* (verfasst von Mag.[a] Ines Garnitschnig), abgerufen unter: https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?article_id=9&sort=title&search%5Bcat%5D=53&pub=271 [14.12.2019]

Bönsch, M. (2018[5]). *Variable Lernwege: ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden.* Sankt Augustin: Academia Verlag.

Both, S., Pechstein, O., & Sieh, I. (2013). *Wortschatzarbeit im naturwissenschaftlichen Unterricht.* In: Senatsverwaltung für Bildung, Jugend & Wissenschaft Berlin [Hrsg.]: *Sprachsensibler Fachunterricht: Handreichung zur Wortschatzarbeit in den Jahrgangsstufen 5–10 unter besonderer Berücksichtigung der Fachsprache.* Berlin-Brandenburg: LISUM, 237 – 304.

Boubakri, C., Beese, M., Krabbe, H., Fischer, H. E., & Roll, H. (2017). *Sprachsensibler Fachunterricht.* In: Becker-Mrotzek, M., & Roth, H.-J. [Hrsg.]: *Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder*. Münster: Waxmann, 335 – 350.

Brandt, H., & Gogolin, I. (2016). *Sprachförderlicher Fachunterricht: Erfahrungen und Beispiele.* Münster: Waxmann.

Breit, S. (2009). *Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund.* In: Schreiner, C., & Schwantner, U. [Hrsg.]: *PISA 2006. Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt.* Graz: Leykam. Abgerufen unter: https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/05/PISA2006_NEB_web.pdf [14.12.2019]

Brinker, K. (2001[5]). *Linguistische Textanalyse: eine Einführung in Grundbegriffe und Methoden.* Berlin: Schmidt.

Bruckermann, T., Arnold, J., Kremer, K., & Schlüter, K. (2017). *Forschendes Lernen in der Biologie.* In: Bruckermann, T., & Schlüter, K. [Hrsg.]: *Forschendes Lernen im Experimentalpraktikum Biologie*. Berlin [u.a.]: Springer-Verlag, 11-26.

Budde, M., & Michalak, M. (2014). *Sprachenfächer und ihr Beitrag zur fachsprachlichen Förderung.* In: Michalak, M. [Hrsg.]: *Sprache als Lernmedium in allen Fächern.* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 9-33.

Busch, H., & Ralle, B. (2013). *Diagnostik und Förderung fachsprachlicher Kompetenzen im Chemieunterricht*. In: Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. J. [Hrsg.]: *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen.* Münster [u.a.]: Waxmann, 227 – 294.

Bybee, R. W. (2002). *Scientific Literacy: Mythos oder Realität?* In: Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T., & Evans, R. [Hrsg.]: *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung.* Opladen: Leske + Budrich, 21 – 43.

Carnevale, C., & Wojnesitz, A. (2014). *Sprachsensibler Fachunterricht in der Sekundarstufe. Grundlagen – Methoden – Praxisbeispiele* (ÖSZ Praxisreihe Heft 23). Graz: ÖSZ.

Chlosta, C., & Schäfer, A. (2014[3]). *Deutsch als Zweitsprache im Fachunterricht*. In: Ahrenholz, B., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag, 280 – 297.

Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, *23(6),* 42-44.

Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *44(4),* 613–642.

Cummins, J. (2000*). Language, Power and Pedagogy: Bilingual Children in the Crossfire.* Clevedon: Multilingual Matters.

Dalton-Puffer, C. (2007). *Die Fremdsprache Englisch als Medium des Wissenserwerbs: Definieren und Hypothesen bilden.* In: Caspari, D., Hallet, W., Wegner, A., & Zydatiß, W. [Hrsg.]: *Bilingualer Unterricht macht Schule. Beiträge aus der Praxisforschung.* Frankfurt: Lang, 67-95.

Dalton-Puffer, C. (2015). *Elemente einer ‚academic literacy': Kognitive Diskursfunktionen im englischsprachigen Fachunterricht (CLIL).* In: Schmölzer-Eibinger, S., &, Thürmann, E. [Hrsg.]: *Schreiben als Medium des Lernens: Kompetenzentwicklung durch Schreiben* i*m Fachunterricht*. Münster: Waxmann, 115- 130.

Dehn, M. (2011*). Elementare Schriftkultur und Bildungssprache*. In: Fürstenau, S., & Gomolla, M. [Hrsg.]: *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/Springer Fachmedien, 129-151.

Drumm, S. (2016). *Sprachbildung im Biologieunterricht*. Berlin: De Gruyter.

Duit, R., Gropengießer, H., & Stäudel, L. (2007). *Naturwissenschaftliches Arbeiten – Unterricht und Material 5-10.* Seelze-Velber: Erhard Friedrich Verlag.

Duit, R., Tesch, M., & Mikelskis-Seifert, S. (2010). *Das Experiment im Physikunterricht. Piko-Brief Nr. 7*, abgerufen unter: https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf [05.12.2019]

Duller, C. (2013). *Einführung in die Statistik mit EXCEL und SPSS: Ein anwendungsorientiertes Lehr- und Arbeitsbuch*. Berlin [u.a]: Springer.

Eckhardt, A. G. (2008). *Sprache als Barriere für den schulischen Erfolg: potentielle Schwierigkeiten beim Erwerb schulbezogener Sprache für Kinder mit Migrationshintergrund.* Münster [u.a.]: Waxmann.

Eckstein, P. (2012[7]). *Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler.* Wiesbaden: Gabler Verlag.

Ehlich, K., Bredel, U., & Reich, H. H. (2008). *Referenzrahmen zur altersspezifischen Sprachaneignung. Forschungsgrundlagen.* Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Engl, L., Schumacher, S., Sitter, K., Größler, M., Niehaus, E., Rasch, R., Roth, J., & Risch, B. (2014). Entwicklung eines Messinstrumentes zur Erfassung der Protokollierfähigkeit – initiiert durch Video-Items. *ZfDN*, *21*, 223-229.

Feilke, H. (2012). Bildungssprachliche Kompetenzen – fördern und entwickeln. *Praxis Deutsch*, *233*, S.4-13.

Feilke, H. (2015). *Text und Lernen – Perspektivenwechsel in der Schreibforschung.* In: Schmölzer-Eibinger, S., & Thürmann, E. [Hrsg.]: *Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht*. Münster [u. a.]: Waxmann, 47–71.

Feilke, H., & Augst, G. (1989). *Zur Ontogenese der Schreibkompetenz.* In: Antos, G., & Krings, H. P. [Hrsg.]: *Textproduktion. Ein interdisziplinärer Forschungsüberblick.* Tübingen: Niemeyer, 297–327.

Fix, M. (2008[2]). *Texte schreiben: Schreibprozesse im Deutschunterricht.* Paderborn [u.a.]: Schönigh.

Fix, U. (2008). *Texte und Textsorten – sprachliche, kommunikative und kulturelle Phänomene.* Berlin: Frank & Timme.

Fluck, H.-R. (1997[2]). *Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik: Einführung in die Fachsprachen und die Didaktik, Methodik des fachorientierten Fremdsprachenunterrichts (Deutsch als Fremdsprache).* Heidelberg: Groos.

Frank, M. (2015). *„Sprachliche Bildung" jenseits von Defizit und Differenz — Perspektiven für die Lehrerbildung auf ein gesamtsprachliches Entwicklungsprojekt in der Mehrsprachigkeit.* In: Benholz, C., Frank, M., & Gürsoy, E. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern: Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht. Beiträge zu Sprachbildung und Mehrsprachigkeit aus dem Modellprojekt ProDaZ.* Stuttgart: Fillibach bei Klett, 15- 34.

Fröhlich, L., Döll, M., & Dirim, İ. (2014). *Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache. Teil 1: Beobachtungsbogen.* Wien: bmbf.

Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). *Naturwissenschaft und Sprache*. In: Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M.: *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Wiesbaden: Springer VS, 107-124.

Gibbons, P. (2002). *Scaffolding language, scaffolding learning : teaching second language learners in the mainstream classroom.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Gibbons, P. (2006). *Unterrichtsgespräche und das Erlernen neuer Register in der Zweitsprache*. In: Mecheril, P., & Quehl, T. [Hrsg.]: *Englische Perspektiven auf die mehrsprachige Schule.* Münster [u.a.]: Waxmann, 269 – 290.

Gogolin, I. (1994). *Der monolinguale Habitus der multilingualen Schule.* Münster/New York: Waxmann Verlag.

Gogolin, I., & Roth, H.-J. (2007). *Bilinguale Grundschule. Ein Beitrag zur Förderung der Mehrsprachigkeit.* In: Anstatt, T. [Hrsg.]: *Mehrsprachigkeit bei Kindern und Erwachsenen*. Tübingen: Attempto-Verlag, 31–46.

Gogolin, I., Dirim, İ. et al. (2011). *Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund. Bilanz und Perspektiven eines Modellprogramms.* FörMig Edition Band 7. Münster [u.a.]: Waxmann.

Gogolin, I., & Lange, I. (2011). *Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung*. In: Fürstenau, S., & Gomolla, M. [Hrsg.]: *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 107–127.

Gogolin, I. (2013). The "monolingual habitus" as the common feature in teaching in the language of the majority in different countries. *Per Linguam: A Journal of Language Learning*, *13(2),* 38- 49.

Gogolin, I., & Duarte, J. (2016). *Bildungssprache*. In: Kilian, J., Brouër, B., & Lüttenberg, D. [Hrsg.]: *Handbuch Sprache in der Bildung.* Berlin/Boston: de Gruyter, 478-499.

Gogolok, K. (2006). Empirische Untersuchungen in der Schulbuchforschung. Eine kritische Bestandsaufnahme aus der Perspektive der Verständlichkeit(sforschung). *Mitteilungen des Deutschen Germanistenverbandes*, *4,* 474-498.

Grießhaber, W. (2010). *(Fach-)Sprache im zweitsprachlichen Fachunterricht*. In: Ahrenholz, B.: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag, 37 – 54.

Grießhaber, W. (2014[3]). *Schreiben in der Zweitsprache Deutsch*. In: Ahrenholz, B., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache.* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 228-238.

Gropengießer, H. (2013a). *Erkunden und Erkennen*. In: Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, U. [Hrsg.]: *Fachdidaktik Biologie*. Hallbergmoos: Aulis Verlag, 268 -272.

Gropengießer, H. (2013b). *Experimentieren*. In: Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, U. [Hrsg.]: *Fachdidaktik Biologie*. Hallbergmoos: Aulis Verlag, 284–293.

Gropengießer, H., Kattmann, U., Krüger, D., & Etschenberg, K. (2017[3]). *Biologiedidaktik in Übersichten.* Seelze: Aulis Verlag.

Gürsoy, E. (2018). *Genredidaktik: Ein Modell zum generischen Lernen in allen Fächern mit besonderem Fokus auf Unterrichtsplanung*, abgerufen unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/guersoy_genredidaktik.pdf [17.10.2019]

Habermas, J. (1978). Umgangssprache, Wissenschaftssprache, Bildungssprache. *Merkur*, *32*, 327 – 342.

Hammann, M., & Mayer, J. (2012). Was lernen Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren. *Biologie in unserer Zeit, 42(5),* 284-285.

Harms, U., & Kattmann, U. (2013). *Sprache.* In: Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, U. [Hrsg.]: *Fachdidaktik Biologie*. Hallbergmoos: Aulis Verlag, 378 – 389.

Harren, I. (2018). *Schreiben in DaZ*. In: Kalkavan-Aydin, Z. [Hrsg.]: *DaZ/DaF Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 207-221.

Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T., & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren.* Kiel: IPN.

Hayes, J., & Flower, L. (1980). *Identifying the Organization of Writing Processes*. In: Gregg, L. W., & Steinberg, E. R. [Hrsg.]: *Cognitive Processes in Writing: An Interdisciplinary Approach.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 3-30.

Heintze, A. (2009). *Wege zur durchgängigen Sprachbildung: Ein Orientierungsrahmen für Schulen.* Berlin: FörMig-Transfer, abgerufen unter: http://www.foermig-berlin.de/materialien/Wege_zur_durchgaengigen_Sprachbildung___.pdf [13.11.2019]

Helbig, G., & Buscha, J. (2011[7]). *Deutsche Grammatik: ein Handbuch für den Ausländerunterricht.* Berlin [u.a.]: Langenscheidt.

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 (2006). *Educational Psychologist, 42(2),* 99–107.

Hoffmann, L. (1987). *Fachsprachen.* Leipzig: Verlag Enzyklopädie.

Hoffmann, M. (2007). *Funktionale Varietäten des Deutschen – kurz gefasst.* Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.

Hövelbrinks, B. (2013). *Die Bedeutung der Bildungssprache für Zweitsprachenlernende im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht*. In: Röhner, C., & Hövelbrinks, B. [Hrsg.]: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen.* Weinheim [u.a.]: Beltz Juventa, 75 – 86.

Huber, L. (2009). *Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist.* In: Huber, L., Hellmer, J., & Schneider, F. [Hrsg.]: *Forschendes Lernen im Studium*. Bielefeld: Universitätsverlag Webler, 9-35.

Kammermeyer, G., & Roux, S. (2013). *Sprachbildung und Sprachförderung*. In: Stamm, M., & Edelmann, D. [Hrsg.]: *Handbuch frühkindliche Bildungsforschung*. Wiesbaden: Springer-Verlag, 515-528.

Kattmann, U. (2013). *Diagramme*. In: Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, U. [Hrsg.]: *Fachdidaktik Biologie*. Hallbergmoos: Aulis Verlag, 360–377.

Kemp, R. F., Bredel, U., & Reich, H. H. (2008). *Morphologisch-syntaktische Basisqualifikationen.* In: Ehlich, K., Bredel, U., & Reich, H. H. [Hrsg.]: *Referenzrahmen zur altersspezifischen Sprachaneignung*. Berlin: BMBF, Referat Bildungsforschung, 63 – 82.

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.

Kniffka, G. (2010). *Scaffolding*, abgerufen unter: https://www.uni-due.de/imperia/md /content/prodaz/scaffolding.pdf [16.08.2019]

Kniffka, G., & Roelcke, T. (2016). *Fachsprachenvermittlung im Unterricht*. Paderborn: Ferdinand Schöningh.

Knopp, M., Becker-Mrotzek, M., & Grabowski, J. (2013). *Diagnose und Förderung von Teilkomponenten der Schreibkompetenz.* In: Redder, A., & Weinert, S. [Hrsg.]: *Sprachförderung und Sprachdiagnostik: Interdisziplinäre Perspektiven.* Münster: Waxmann, 296-315.

Koch, P., & Oesterreicher, W. (1985). Sprache der Nähe – Sprache der Distanz. Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Spannungsfeld von Sprachtheorie und Sprachgeschichte. *Romanistisches Jahrbuch*, *36*, 15–43.

Koch, P., & Oesterreicher, W. (1994). *Schriftlichkeit und Sprache*. In: Günther, H., & Ludwig, O. [Hrsg.]: *Schrift und Schriftlichkeit*. Berlin [u.a.]: de Gruyter, 587–604.

Kozma, R., & Rusell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, *9*, 949–968.

Krabbe, H. (2015). *Das Versuchsprotokoll als fachtypische Textsorte im Physikunterricht.* In: Schmölzer-Eibinger, S., & Thürmann, E. [Hrsg.]: *Schreiben als Medium des Lernens: Kompetenzentwicklung durch Schreiben* im *Fachunterricht*. Münster: Waxmann, 157-173.

Krämer, S. (2011). *Der Walsumer Fachsprachentag: Protokolle schreiben,* abgerufen unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/fachsprachentag_protokolle_schreiben.pdf [11.09.2019]

Kraus, M. E., & Stehlik, S. (2008). Protokolle schreiben. Anregungen zur Auseinandersetzung mit einer problematischen Textsorte. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, *19*, 17-23.

Krey, O., & Schwanewedel, J. (2018). *Lernen mit externen Repräsentationen*. In: Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. [Hrsg.]: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin: Springer, 159-176.

Kruse, O., & Ruhmann, G. (2006). *Prozessorientierte Schreibdidaktik: eine Einführung*. In: Kruse, O., Berger, K., & Ulmi, M. [Hrsg.]: *Prozessorientierte Schreibdidaktik. Schreibtraining für Schule, Studium & Beruf.* Bern [u.a.]: Haupt Verlag, 13 – 38.

Kuplas, S. (2010). *Deutsch als Zweitsprachenförderung im Biologieunterricht*. In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: narr Verlag, 185-202.

Lachmayer, S., Nerdel, C., & Prechtl, H. (2007). Modellierung kognitiver Fähigkeiten beim Umgang mit Diagrammen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *ZfDN, 13*, 145–160.

Lange, I., & Gogolin, I. (2010). *Durchgängige Sprachbildung: Eine Handreichung.* Münster [u.a.]: Waxmann.

Lange, I. (2012). *Von ‚Schülerisch' zu Bildungssprache. Übergänge zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit im Konzept der Durchgängigen Sprachbildung.* In: Fürstenau, S. [Hrsg.]: *Interkulturelle Pädagogik und Sprachliche Bildung*. Wiesbaden: Springer, 123-142.

Leisen, Josef (2005a). Muss ich jetzt auch noch Sprache unterrichten? – Sprache und Physikunterricht. *Unterricht Physik, 3*, 4-9.

Leisen, Josef (2005b). Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. *Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch, 78*, 9-11.

Leisen, Josef (2011). *Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung – Der sprachsensible Fachunterricht*, abgerufen unter: https://www.hss.de/fileadmin/media/downloads/Berichte/111027_RM_Leisen.pdf [24.08.2019]

Leisen, Josef (2013a). *Handbuch Sprachförderung im Fach: sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. [1]: Grundlagenteil.* Stuttgart: Klett Sprachen.

Leisen, Josef (2013b). *Handbuch Sprachförderung im Fach: sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. [2]: Praxismaterialien*. Stuttgart: Klett Sprachen.

Lengyel, D. (2012). *Unterrichtsinteraktion in sprachlich heterogenen Klassen*. In: Fürstenau, S. [Hrsg.]: *Interkulturelle Pädagogik und Sprachliche Bildung*. Wiesbaden: Springer, 143-161.

Martius T., Delvenne, L. & Schlüter, K. (2016). Forschendes Lernen: Verschiedene Konzepte, ein gemeinsamer Kern? *MNU*, *69*, 220–228.

Mayer, J., & Ziemek, H.-P. (2006). Offenes Experimentieren: Forschendes Lernen im Biologieunterricht, in: *Unterricht Biologie*, 317, Seelze: Friedrich-Verlag, 4-12.

Mayer, J. (2007). *Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen*. In: Krüger, D., & Vogt, H. [Hrsg.]: *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin: Springer, 177-186.

Mayer, J., Grube, C., & Möller, A. (2008). *Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung*. In: Harms, U., & Sandmann, A. [Hrsg.]: *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*. Innsbruck: Studienverlag, 63-79.

McComas, W. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics*, 10-16.

Messner, R. (2009). *Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht*. In: Messner, R. [Hrsg.]: *Schule forscht: Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen*. Hamburg: Körber-Stiftung.

Michalak, M., Lemke, V., & Goeke, Marius (2015). *Sprache im Fachunterricht: Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht.* Tübingen : Narr Francke Attempto Verlag GmbH.

Mikelskis-Seifert, S., & Duit, R. (2010). *Naturwissenschaftliches Arbeiten. Piko-Brief Nr. 6,* abgerufen unter: https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf [05.12.2019]

Morek, M., & Heller, V. (2012). Bildungssprache – Kommunikative, epistemische, soziale und interaktive Aspekte ihres Gebrauchs. *Zeitschrift für angewandte Linguistik, 57(1),* 67-101.

Müllner, B., & Möller, A. (angenommen). Entwicklung eines Analyseinstruments zur Erfassung der sprachlichen und fachlichen Qualität von Versuchsprotokollen. In: Krüger, D. et al. [Hrsg.]: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 18*. Kassel: Universitätsdruckerei.

National Research Council (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

Nitz, S., Nerdel, C., & Prechtl, H. (2012). Entwicklung eines Erhebungsinstruments zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht. *ZfDN, 18*, 117-139.

Nitz, S., Ainsworth, S., Nerdel, C., & Prechtl, H. (2014). Do student perceptions of teaching predict the development of representational competence and biological knowledge? *Learning & Instruction*, *31,* 13–22.

Nitz, S. (2016a). *Sprachliche Konstruktion gesellschaftlich relevanten Wissens am Beispiel des Biologieunterrichts.* In: Kilian, J., Brouër, B., & Lüttenberg, D. [Hrsg.]: *Handbuch Sprache in der Bildung*. Berlin/Boston: de Gruyter, 462-476.

Nitz, S. (2016b). *„More than words" – Fachliche Kommunikation im Biologieunterricht*. In Sandmann, A., & Schmiemann, P. [Hrsg.]: *Biologiedidaktische Forschung: Schwerpunkte und Forschungsstände. Biologie Lehren und Lernen (Bd. 1).* Berlin: Logos, 46-60.

Nodari, C., & Schiesser, D. (2007). *Förderung des Leseverstehens in der Berufsschule*. Bern: Hep.

Ohm, U., Kuhn, C., & Funk, H. (2007). *Sprachtraining für Fachunterricht und Beruf: Fachtexte knacken – mit Fachsprache arbeiten*. FörMig Edition Band 2. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Oomen-Welke, I., & Decker-Ernst, Y. (2013). *Einleitung: Zweitsprache durchgängig - durchgängig zweisprachig in Familie, Sprach- und Fachunterricht.* In: Decker-Ernst, Y., & Oomen-Welke, I. [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache: Beiträge zur durchgängigen Sprachbildung*. Stuttgart: Fillibach bei Klett, 7 – 49.

Ortner, H. (2009). *Rhetorisch-stilistische Eigenschaften der Bildungssprache*. In: Fix, U., Gardt, A., & Knape, J. [Hrsg.]: *Rhetorik und Stilistik / Rhetoric and Stylistics*. Berlin [u.a.]: de Gruyter, 2227-2240.

Peschel, C. (2013). *Schreiben in der Zweitsprache Deutsch: Orientierung an Textmustern im Fachunterricht.* In: Röhner, C., & Hövelbrinks, B. [Hrsg.]: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen*. Weinheim [u.a.]: Beltz Juventa, 99 – 116.

Petersen, I., & Tajmel, T. (2015). *Bildungssprache als Lernmedium und Lernziel des Fachunterrichts.* In: Leiprecht, R., & Steinbach, A. [Hrsg.]: *Schule in der Migrationsgesellschaft. Ein Handbuch*. Schwalbach: Debus, 84-111.

Pineker-Fischer, A. (2017). *Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht: Umgang von Lehrpersonen in soziokulturell heterogenen Klassen mit Bildungssprache.* Wiesbaden: Springer.

Pohl, T., & Steinhoff, T. (2010). *Textformen als Lernformen*. In: Pohl, T., & Steinhoff, T. [Hrsg.]: *Textformen als Lernformen*. Duisburg: Gilles & Francke, 5-26.

Quehl, T. & Trapp, U. (2013). *Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule. Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache.* Münster [u.a.]: Waxmann.

Reich, H. H. (2008). *Materialien zum Workshop „Bildungssprache". FörMig – Weiterqualifizierung „Berater(in) für sprachliche Bildung Deutsch als Zweitsprache".* Universität Hamburg.

Reich, H. H. (2011). *Prozessbegleitende Diagnose schriftsprachlicher Fähigkeiten auf der Sekundarstufe I*: *Beitrag zum Workshop „Kinder und Jugendliche" im Rahmen des Expertengesprächs „Überprüfbarkeit von Lernerfolgen,* abgerufen unter: www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Downloads/Infothek/Themendossiers/Dialogforum-7/dialogforum-7-lernerfolge-2011-diagnose-schriftsprache.pdf?__blob=publicationFile [16.08.2019]

Reich, H. H. (2013). *Durchgängige Sprachbildung*. In: Gogolin, I., Lange, I., Michel, U., & Reich, H. H. [Hrsg.]: *Herausforderung Bildungssprache – und wie man sie meistert.* Münster [u.a]: Waxmann, 55 – 70.

Retzlaff-Fürst, C. (2013). *Protokollieren, Zeichnen und Mathematisieren*. In: Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, Ulrich [Hrsg.]: *Fachdidaktik Biologie*. Hallbergmoos: Aulis Verlag, 312 – 324.

Ricart Brede, J. (2012). *Passivkonstruktionen in Versuchsprotokollen aus dem Fachunterricht Biologie der Sekundarstufe I.* In: Jeuk, S., & Schäfer, J.: *Deutsch als Zweitsprache in Kindertageseinrichtungen und Schulen*. Stuttgart : Fillibach bei Klett, 265-285.

Ricart Brede, J. (2014). *Zur Didaktik des Versuchsprotokolls als Aufgabe eines sprachsensiblen Fachunterrichts und eines fachsensiblen Sprach(förder)unterrichts*. In: v. Klages, H., & Pagonis, G.: *Linguistisch fundierte Sprachförderung und Sprachdidaktik: Grundlagen, Konzepte, Desiderate.* Berlin [u.a.]: De Gruyter Mouton, 181-199.

Ricart Brede, J. (2018). *Protokolle als Textsorte(n) im Unterricht*. In: Grießhaber, W., Roll, H., Schmölzer-Eibinger, S., & Schramm, K. [Hrsg.]: *Schreiben in der Zweitsprache Deutsch*. Berlin: de Gruyter, 335-349.

Riebling, L. (2013). *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht: eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität.* Münster: Waxmann Verlag.

Rieß, W., Wirtz, M., Barzel, B., & Schulz, A. (2012). *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten.* Münster: Waxmann.

Rincke, K. (2010): Alltagssprache, Fachsprache und ihre besonderen Bedeutungen für das Lernen. *ZfDN, 16*, 235–260.

Roelcke, T. (2010^3). *Fachsprachen*. Berlin: E. Schmidt.

Rösch, H. (2009). *Mitsprache: Sprachförderung in der Sekundarstufe. Deutsch als Zweitsprache. Grundlagen, Übungsideen, Kopiervorlagen*. Braunschweig: Schroedel.

Rösch, H. (2013). *Integrative Sprachbildung im Bereich Deutsch als Zweitsprache*. In: Röhner, C., Hövelbrinks, B. [Hrsg.]: *Fachbezogene Sprachförderung in Deutsch als Zweitsprache. Theoretische Konzepte und empirische Befunde zum Erwerb bildungssprachlicher Kompetenzen.* Weinheim [u.a.]: Beltz Juventa, 18-36.

Roth, H.-J. (2007). Scaffolding – ein Ansatz zur aufbauenden Sprachförderung. *Kompetenzzentrum Sprachförderung Köln*: *Newsletter Februar*, 33–35.

Roth, J., & Weigand, H.-G. (2014). Forschendes Lernen. Eine Annäherung an wissenschaftliches Arbeiten. *Mathematik lehren, 184*, 2-9.

Schleppegrell, M. J. (2004). *The language of schooling: a functional linguistic perspective*. Mahwah [u.a.]: Erlbaum.

Schmiemann, P. (2011). *Fachsprache in biologischen Testaufgaben*. *ZfDN, 17*, 115 – 136.

Schmölzer-Eibinger, S., & Langer, E. (2010). *Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht in mehrsprachigen Klassen. Ein didaktisches Modell für das Fach Chemie.* In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr, 203 – 217.

Schmölzer-Eibinger, S. (2013). *Sprache als Medium des Lernens im Fach*. In: Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. J. [Hrsg.]: *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen.* Münster [u.a.]: Waxmann, 25-40

Schmölzer-Eibinger, S., Dorner, M., Langer, E., & Helten-Pacher, M.-R. (2013). *Handbuch Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Stuttgart: Fillibach/Klett.

Schröter, M., Langer, R., & Langer, N. (2011). Einleitung: Alltagssprache und Deutsch als Fremdsprache. *german as a foreign language, 1*, 1-13.

Schulz, A., Wirtz, M., & Starauschek, E. (2012). *Das Experiment in den Naturwissenschaften*. In: Rieß, W., Wirtz, M., Barzel, B., & Schulz, A. [Hrsg.]: *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten.* Münster: Waxmann, 15- 38.

Stäudel, L. (2008). Mit Informationen umgehen: Übersetzungen zwischen verschiedenen Darstellungsformen. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *19(106/107),* 40–51.

Steinhoff, T. (2014). *Lernen durch Schreiben*. In: Feilke, H., & Pohl, T. [Hrsg.]: *Schriftlicher Sprachgebrauch - Texte verfassen*. Baltmannsweiler: Schneider, 331 – 348.

Steinmüller, U., & Scharnhorst, U. (1987). Sprache im Fachunterricht: Ein Beitrag zur Diskussion über Fachsprachen im Unterricht mit ausländischen Schülern. *Zielsprache Deutsch, 4*, 3-12.

Streller, S., Bolte, C., Dietz, D., & Noto La Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen: Anregungen für die Unterrichtspraxis.* Berlin [u.a]: Springer.

Suchań, B., & Breit, S. (2016). *PISA 2015. Grundkompetenzen am Ende der Pflichtschulzeit*. Graz: Leykam.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*, 257–285.

Tajmel, T. (2010). *DaZ-Förderung im naturwissenschaftlichen Fachunterricht*. In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr, 167-184.

Tajmel, T. (2011). *Sprachliche Lernziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts*, abgerufen unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf [16.08.2019]

Tajmel, T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis.* Wiesbaden: Springer.

Thürmann, E. (2010). *Zur Konstruktion von Sprachgerüsten im bilingualen Sachfachunterricht*. In: Doff, S. [Hrsg.]: *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe. Eine Einführung.* Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag, 137 – 153.

Thürmann, E. (2011). *Deutsch als Schulsprache in allen Fächern. Konzepte zur Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen*, abgerufen unter https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/3827 [16.08.2019]

Thürmann, E. (2012). Lernen durch Schreiben? Thesen zur Unterstützung sprachlicher Risikogruppen im Sachfachunterricht. *dieS-online, 1*, 1-28.

Thürmann, E., Pertzel, E., & Schütte, A. U. (2015). *Der schlafende Riese: Versuch eines Weckrufs zum Schreiben im Fachunterricht.* In: Schmölzer-Eibinger, S., & Thürmann, E. [Hrsg]: *Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht*. Münster: Waxmann, 17-45.

Vollmer, H. J., & Thürmann, E. (2010). *Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache.* In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache.* Tübingen: Narr, 107-132

Vollmer, H. J. (2011). *Schulsprachliche Kompetenzen: Zentrale Diskursfunktionen*, abgerufen unter: http://www.home.uni-osnabrueck.de/hvollmer/VollmerDF-Kurzdefinitionen.pdf [16.08.2019]

Vollmer, H. J., & Thürmann, E. (2013). *Sprachbildung und Bildungssprache als Aufgabe aller Fächer der Regelschule*. In: Becker-Mrotzek, M., Schramm, K., Thürmann, E., & Vollmer, H. J. [Hrsg.]: *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen.* Münster [u.a.]: Waxmann, 41-58.

Vygotski, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.* Cambridge: Harvard University Press.

Wellnitz, N., & Mayer, J. (2016). *Methoden der Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht*. In: Sandmann, A., & Schmiemann, P. [Hrsg.]: Erkenntnisse biologiedidaktischer Forschung. Schwerpunkte und Forschungsstände. Berlin: Logos, 61-82.

Ziemek, H.-P., Mayer, J., & Keiner, K. (2003). *Naturwissenschaftliche Problemlösekompetenz im Biologieunterricht*. In: Bauer, A. [Hrsg.]: *Entwicklung von Wissen und Kompetenzen im Biologieunterricht*. Kiel: IPN, 21-24.

Zydatiß, W. (2010). *Parameter einer „bilingualen Didaktik" für das integrierte Sach-Sprachlernen im Fachunterricht: die CLIL-Perspektive*. In: Ahrenholz, B. [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr Francke Attempto Verlag, 133 – 152.

13. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Naturwissenschaftskompetenz von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund im Vergleich (Suchań/Breit 2016: 93) 1

Abbildung 2: Darstellungsebenen und Sprachformen im Fachunterricht (Leisen 2005b: 8)... 16

Abbildung 3: Mündlichkeit und Schriftlichkeit nach Nodari & Schiesser 2007 (aus: Pineker-Fischer 2017: 48) 21

Abbildung 4: Sprachhandlungen (Pineker-Fischer 2017: 73) 37

Abbildung 5: Strukturmodell zum wissenschaftlichen Denken (Mayer 2007: 181) 45

Abbildung 6: Forschungsdesign 63

Abbildung 7: Anonymisierung mittels Protokollcode 67

Abbildung 8: Auszug aus dem Analyseraster (Müllner/Möller angenommen) 70

Abbildung 9: Überblick über die durchschnittlich erreichten Niveaustufen je Protokollteil... 77

Abbildung 10: Detailanalyse der Fachsprachlichkeit: Relative Verteilung der Niveaustufen nach Protokollteil 79

Abbildung 11: Detailanalyse des Tempus: Relative Verteilung der Niveaustufen nach Protokollteil 80

Abbildung 12: Detailanalyse unpersönlicher Konstruktionen: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ 81

Abbildung 13: Grobanalyse des Sprachregisters: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ 83

Abbildung 14: Detailanalyse der Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung: Relative Verteilung der Niveaustufen 84

Abbildung 15: Detailanalyse der Teilkompetenz „Diskussion der Ergebnisse“: Relative Verteilung der Niveaustufen nach dem Kriterium DaM/DaZ 86

Abbildung 16: Detailanalyse non-verbaler Darstellungsformen: Relative Verteilung der Niveaustufen 87

Tabellen

Tabelle 1: Merkmale des Micro- & Macro-Scaffolding (Riebling 2013: 67) 34

Tabelle 2: Formale und sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls 58

Tabelle 3: Zusammensetzung der Stichprobe 65

Tabelle 4: Überblick der Haupt- und Unterkategorien (Müllner/Möller angenommen) 69

Tabelle 5: Übersicht über die einzelnen Protokollteile 75

Tabelle 6: Detailanalyse der Fachsprachlichkeit: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen) 78

Tabelle 7: Übersicht über Wortneuschöpfungen 79

Tabelle 8: Grobanalyse des Sprachregisters: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen) 82

Tabelle 9: Detailanalyse Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse: Überblick über die Niveaustufen (Müllner/Möller angenommen) 85

Tabelle 10: Korrelationen mit der Teilkompetenz Diskussion der Ergebnisse (Spearman-Rho) 86

Tabelle 11: Übersicht über Stolpersteine, deren Funktion sowie mögliche Hilfsangebote ... 107

14.Anhang

14.1 Abkürzungen

AECC	Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie
AHS	Allgemeinbildende Höhere Schule
bifie	Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens
BMBWF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
BICS	basic interpersonal communicative skills
CALP	cognitive academic language proficiency
DaM	Deutsch als Muttersprache
DaZ	Deutsch als Zweitsprache
FörMig	Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund
NRC	National Research Council
PISA	Programme for International Student Assessment
Sek	Sekundarstufe
SchriFT	Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe I unter Einbeziehung des Türkischen

14.2 Zusammenfassung

Die Aneignung von Wissen erfolgt auch im Fachunterricht primär durch das Medium der Sprache, sodass unzureichende sprachliche Kompetenzen ein wesentliches Hindernis für erfolgreiche Lehr- und Lernprozesse darstellen. Deshalb ist ein *sprachsensibler* Biologieunterricht gefordert, welcher neben der Vermittlung fachlicher Inhalte auch die (bildungs-)sprachliche Entwicklung der Lernenden als bedeutendes Bildungsziel anerkennt. Im Kontext des Forschenden Lernens wird der Textsorte *Versuchsprotokoll* dabei das Potential zugesprochen, nicht nur den Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, sondern auch den Übergang von der Alltags- zur Bildungssprache zu unterstützen. Die vorliegende Arbeit beabsichtigt dabei, die bildungssprachlichen Herausforderungen zu identifizieren, mit welchen sich die SchülerInnen beim Verfassen von Versuchsprotokollen konfrontiert sehen. Zu diesem Zweck wurden 48 Versuchsprotokolle, die von SchülerInnen der zehnten Schulstufe zweier Wiener Gymnasien stammen und aus experimentellen Bedingungen hervorgegangen sind, mithilfe eines Analyseinstruments (Müllner/Möller angenommen) in Hinblick auf ihre sprachliche und fachliche Qualität untersucht. Dabei wurden die einzelnen Protokollteile auf lexikalisch-semantischer, syntaktischer und textueller Ebene analysiert und die gewonnenen quantitativen Daten anschließend durch eine qualitative Diagnose von exemplarischen Textauszügen ergänzt. Es zeigt sich, dass auf jeder der genannten linguistischen Ebenen mit Schwierigkeiten zu rechnen ist, wobei Zusammenhänge zwischen den bildungssprachlichen Kompetenzen und den Teilkompetenzen der Erkenntnisgewinnung eruiert werden konnten. Des Weiteren lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen schließen, dass Lernende mit Deutsch als Zweitsprache in verstärktem Maße an das Register *Bildungssprache* heranzuführen sowie mit dem unpersönlichen Stil des Versuchsprotokolls vertraut zu machen sind. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden erste Überlegungen für eine sprachsensible Didaktik des Versuchsprotokolls und dazu geeigneter Unterstützungsangebote (s*caffolds)* präsentiert. Wesentlich erscheint, die Textbausteine und die sprachlich-formalen Charakteristika des Versuchsprotokolls sowohl funktional als auch offensiv zu vermitteln, um das Textmusterwissen der Lernenden zu fördern.

14.3 Abstract

As the acquisition of knowledge is closely linked to language, insufficient language competences constitute a major obstacle to successful subject teaching and learning. Therefore, language-sensitive biology classes are required, which, aside from transmitting subject-specific contents, also recognize the (academic) language development of learners as a crucial educational aim. In the context of inquiry-based learning, the text type *test protocols* is considered as being beneficial not only to students' scientific thinking but also to the usage of academic language structures. This paper intends to identify the challenges learners face when they are expected to use academic language in their protocols. For this purpose, 48 test protocols written by students of two Viennese secondary schools have been analyzed with a tool (Müllner/Möller angenommen) designed to measure the linguistic and subject-specific qualities of this text type. The different elements of these test protocols were examined on a lexical-semantic, syntactical and textual level and the data gained was subsequently replenished with a qualitative evaluation of sample texts. The results indicate that obstacles have to be anticipated on each of the mentioned linguistic levels, whereby relations between the academic language competences and the sub-competences in scientific inquiry have been found. Furthermore, the results imply that second language learners in particular need to be acquainted with the academic register as well as with the impersonal style of test protocols. Based on these findings, ideas for a language-sensitive teaching of this scientific text type and appropriate scaffolds have been presented. It seems vital to convey the components and the linguistic features of test protocols not only explicitly but also in a functional way in order to enhance students' genre knowledge.

14.4 **Analyseinstrument** (Müllner/Möller angenommen)

Code des Protokolls: ..... / **Geschlecht:** ..... / ☐ **DaM**[13], ☐ **DaZ**[14]

ANALYSE DER TEXTQUALITÄT VON VERSUCHSPROTOKOLLEN – Einführende Hinweise

1. CHARAKTERISTIKA

Der vorliegende Analyseraster dient zur Ermittlung der Qualität von Versuchsprotokollen auf sprachlicher und fachlicher Ebene. In Anlehnung an Fröhlich et al. (2014) steht auch hier nicht das gezielte Abprüfen des Deutschen (z. B. Deklination von Nomen) im Mittelpunkt, vielmehr soll „die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zum sprachlichen Handeln in der deutschen Sprache“ (Fröhlich et al., 2014, S.9) festgestellt werden. Die Analyse erfolgt auf lexikalisch-semantischer, syntaktischer und textueller Ebene, da diese Ebenen Hinweise auf die bildungssprachliche Nähe des Textes geben (Reich, 2008). Diese ***Ebenen*** werden mithilfe der folgenden drei Kategorien in der Analyse umgesetzt:

- Detailanalyse der Fachsprachlichkeit (= lexikalisch-semantische Ebene)
- Detailanalyse des Satzgefüges, des Tempus, der Flexion und unpersönlicher Konstruktionen (= syntaktische Ebene)
- Detailanalyse des jeweiligen Forschungsschrittes (= textuelle Ebene)

Die textuelle Ebene wird zudem von einer Grobanalyse ergänzt, die ihren Fokus auf die Textlänge der Versuchsprotokolle legt. Dieser Zusatz berücksichtigt die Annahme von Knopp et al. (2013), dass der Faktor Textlänge mit dem Faktor Textqualität korreliert.
Diese Kategorien werden auf die fünf ***Forschungsschritte*** der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nach Mayer et al. (2006) angewandt: ***A) Forschungsfrage formulieren***, ***B) Hypothese/n aufstellen***, ***C) Versuchsaufbau beschreiben***, ***D) Datenauswertung***, ***E) Interpretation der Ergebnisse***. Hierzu wird jeder dieser Forschungsschritte in den Protokollen nach allen drei Kategorien untersucht und bewertet (siehe Analyseraster).

2. HANDHABUNG

Jede der in Punkt 1 genannten Kategorien ist in vier ***Niveaustufen*** (0 – 1 – 2 – 3) gegliedert. Diese Niveaustufen werden für die jeweiligen Kategorien beschrieben und mit einem Ankerzitat[15] versehen, um die Kategorisierung möglichst reliabel zu gestalten. Die Ankerzitate wurden aufgrund des hier zugrundeliegenden Schwerpunktes – der sprachlichen Qualität der Protokolle – nicht geglättet.

Prinzipiell gilt, dass ***sobald ein beschriebenes sprachliches bzw. fachliches Phänomen in einer Kategorie vom Lernenden verwendet wird, die entsprechende Niveaustufe anzukreuzen ist***. Dies gilt auch, wenn das sprachliche bzw. fachliche Phänomen nur ein einziges Mal in dem

[13] DaM = Deutsch als Muttersprache
[14] DaZ = Deutsch als Zweitsprache
[15] Die hier verwendeten Ankerzitate entstammen einer Reihe von Versuchsprotokollen, die von Schülerinnen und Schülern (n=30) der 10. Schulstufe einer Wiener AHS im Rahmen eines biologischen Laborunterrichts verfasst worden sind.

jeweiligen Forschungsschritt vorkommt und/oder in weiterer Folge nicht immer richtig verwendet wird.

Mit Hilfe des Analyserasters kann festgestellt werden, welche sprachlichen und fachlichen Phänomene von den Schülerinnen und Schülern beim Schreiben aktiv verwendet werden. Nicht dokumentiert werden kann hingegen das Meta-Wissen über sprachliche und fachliche Phänomene (z. B. *Wieso bedarf es einer Fragestellung zu Beginn eines Experimentes? Wieso werden Versuchsprotokolle im Präsens geschrieben?*)

– 1 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
A) FORSCHUNGSSCHRITT: FORSCHUNGSFRAGE FORMULIEREN				
A 1. Lexikalisch-semantische Ebene	☐	☐	☐	☐
A 1.1. Detailanalyse der <u>Fachsprachlichkeit</u>	*Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw.*	*Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.*
		„Jedoch war das wesentliche Ziel festzustellen unter welchen ***Klimatemperaturen*** sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt.“ [6_Keimung_2m_a]	„***Tastkörperchen*** […] nehmen […] ***Temperaturunterschiede*** wahr.“ [6_Tasten_2w]	„***Amylase“*** [6_Enzyme_1m_g], „***Medianebene***“ [6_Gehirn_2w_c], „***keimt“*** [6_Keimung_1m _n]
A 2. Syntaktische Ebene	☐	☐	☐	☐
A 2.1. Detailanalyse des <u>Satzgefüges</u>	*Kein Einsatz von Bindewörtern.*	*Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter (und (dann), dann) und/oder ausschließlich Hauptsätze.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.*
		„In dieser Laborstunde musste man ein Schaafs Auge sezieren. Danach musste man eine Aufnahme vom Präparat machen ***und*** 10 Strukturen beschriften.“ [6_Auge_1m_h]	„Das Ziel des ersten Versuchs war es herauszufinden wie viel mal das herz des Wasserflohs ***tickt*** in einer Minute.“ [6_Keimung_2m_a]	„Bei dem ersten Versuch war das Ziel herauszufinden, ***wo*** man genau die Brailleschrift an der Fingerspitze ***wahrnimmt***.“ [6_Tasten_1m]
	☐	☐	☐	☐
A 2.2. Detailanalyse des <u>Tempus</u>	*Kein Einsatz des Präsens.*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*

		„Das Ziel des Versuches ***ist*** es die Zellstrukturen zu erkennen und zu beobachten. Wir ***untersuchten*** den Zelltyp und wir ***mussten*** herausfinden wodurch die grüne Farbe der Blätter zustande kommt.“ [6_Mikroskopie_3m_f]	„Ziel des Versuches ***ist*** es die Teilungsstadien der Zwiebelwurzelspitze unter dem Mikroskop zu erkennen. Man ***möchte herausfinden*** wie diese Teilungsstadien unter dem Mikroskop ***aussehen***. Ich ***möchte*** die Frage, ob sich die Zelle ***bewegte***, beantworten.“ [6_Zellkernteilung_2w]	„In der Haut ***sind*** viele Tastkörperchen ***verteilt***, diese ***nehmen*** Berührungen, Druck, Spannung und Temperaturunterschiede ***wahr***. Bei diesen Versuch ***möchte*** man ***herausfinden*** ab wie vielen mm bzw. cm man zwei getrennte Berührungspunkten nicht mehr ***spürt***.“ [6_Tasten_2w]
- 2 -				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
A 2.3. Detailanalyse der <u>Flexion</u>	*Keine Artikelverwendung.*	*Undifferenzierte Verwendung von Artikeln (z. B. das Same) sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben (z. B. er wachsen). Lückenhafte Flexion von Nomen.*	*Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.*	*Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.*
		„beim Zweiten Versuch haben wir ***das menschliche Mundschleimhautzellen*** präpariert. Diesen Versuch haben wir mit einem Mikroskop durchgeführt und haben dabei die Teile ***einer*** Mikroskop gelernt und besprochen, wozu diese dienen“ [6_Mikroskopie_4w_d]	„Für mich war es interessant die fünf ***Zellzyklus*** zu untersuchen. Ich fragte mich als aller erstes wie die Chromosomen gefärbt aussehen würden.“ [6_Zellkernteilung_1m_a]	„Wir untersuchten den Zelltyp und wir mussten herausfinden wodurch die grüne Farbe der Blätter zustande kommt.“ [6_Mikroskopie_3m_f]
A 3.1. Textebene: Grobanalyse				
A 3.1.1. Anzahl der Wörter (W)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Wörter*			
A 3.1.2. Anzahl der Sätze (S)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Sätze*			
A 3.1.3. mittlere Satzlänge (s = W/S)	*s =*			

	☐	☐	☐	☐
A 3.1.4. Grobanalyse des <u>Sprachregisters</u>	*Mündlichkeit.*	*Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.*	*Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkenn-bar.*	*Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist vollständige Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und keine Gedankensprünge auf.*
		„Für heutige Stunde werden wir das Auge eines Säugetieres genauer betrachten. Daher ***geht die Frage*** „Sind alle Augen der Säugetiere und Menschen gleich aufgebaut?“ ***durch meinen Kopf.***“ [6_Auge_2w_e]	„Bei dem zweiten Versuch ***dasselbe*** nur diesmal am Oberarm.“ [6_Tasten_1m]	„Das Ziel des Versuches ist es die Zellen und ihre Kerne mit den gefärbten Chromosomen gut zu erkennen bzw. die fünf verschiedenen Stadien im Zellzyklus.“ [6_Zellkernteilung_4m_f]
– 3 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
A 3.2. Textebene: Detailanalyse	☐	☐	☐	☐
A 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz <u>„Fragestellung formulieren“</u>	*Nicht vorhanden.*	*Formulierung einer Fragestellung auf Phänomenebene.*	*Formulierung einer Fragestellung nach einem Zusammenhang, der naturwissenschaftlich überprüft werden kann. Ein Bezug zum biologischen Fachverständnis ist <u>nicht</u> erkennbar.*	*Formulierung einer Fragestellung nach einem Zusammenhang, der naturwissenschaftlich überprüft werden kann. Ein Bezug zum biologischen Fachverständnis ist erkennbar.*
		„Ich fragte mich während des Unterrichts, wie es wäre wenn man das Blatt aus der Wasserpest, gut unter dem Mikroskop beobachten würde?“ [6_Mikroskopie_3m_f]	„Welche Lebensmittel enthalten Stärke?“ [5_Stärkeversuch_1w]	„Was für eine Rolle spielen das Wasser und das Licht für die Lebewesen besonders für die Pflanze?“ [6_Keimung_3w_b] „Bei diesen Versuch möchte man herausfinden ab wie vielen mm bzw. cm man zwei getrennte Berührungspunkten nicht mehr spürt.“ [6_Tasten_2w_l]

Niveau	0	1	2	3
B) FORSCHUNGSSCHRITT: HYPOTHESE/N AUFSTELLEN				
Ist eine Hypothese vorhanden?	☐ ja ☐ nein [Wenn „nein“, dann keine Kategorisierung vornehmen!]			
B 1. Lexikalisch-semantische Ebene	☐	☐	☐	☐
B 1.1. Detailanalyse der <u>Fachsprachlichkeit</u>	*Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw.*	*Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.*
		„Jedoch war das wesentliche Ziel festzustellen unter welchen ***Klimatemperaturen*** sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt.“ [6_Keimung_2m_a]	„***Tastkörperchen*** […] nehmen […] ***Temperaturunterschiede*** wahr.“ [6_Tasten_2w]	„***Amylase***“ [6_Enzyme_1m_g], „***Medianebene***“ [6_Gehirn_2w_c], „***keimt***“ [6_Keimung_1m _n]
B 2. Syntaktische Ebene	☐	☐	☐	☐
B 2.1. Detailanalyse des <u>Satzgefüges</u>	*Kein Einsatz von Bindewörtern.*	*Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter (und (dann), dann) und/oder ausschließlich Hauptsätze.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.*
	☐	☐	☐	☐
B 2.2. Detailanalyse des <u>Tempus</u>	*Kein Einsatz*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*

– 5 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
B 2.3. Detailanalyse der <u>Flexion</u>	*Keine Artikelverwendung.*	*Undifferenzierte Verwendung von Artikeln (z. B. das Same) sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben (z. B. er wachsen). Lückenhafte Flexion von Nomen.*	*Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.*	*Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.*
B 3.1. Textebene: Grobanalyse				
B 3.1.1. Anzahl der Wörter (W)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben. *Wörter*			
B 3.1.2. Anzahl der Sätze (S)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben. *Sätze*			
B 3.1.3. mittlere Satzlänge (s = W/S)	*s* = Klicken Sie hier, um Text einzugeben.			

	☐	☐	☐	☐
B 3.1.4. Grobanalyse des <u>Sprachregisters</u>	*Mündlichkeit.*	*Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.*	*Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkennbar.*	*Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist keine Gedankensprünge, vollständige Sätze und einen präzisen Wortgebrauch auf.*
– 6 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
A 3.2. Textebene: Detailanalyse	☐	☐	☐	☐
B 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz <u>„Hypothese/n aufstellen“</u>	*Nicht vorhanden.*	*Formulierung einer Hypothese, die eine Vorhersage trifft, die im Rahmen des nachfolgenden Versuchs nicht überprüfbar ist.*	*Formulierung einer Hypothese, die Vorhersage der zu erwartenden Ergebnisse (Konditionalsatz) beinhaltet. Eine Begründung der aufgestellten Vermutung fehlt.*	*Formulierung einer Hypothese, die sowohl eine Vorhersage der zu erwartenden Ergebnisse (Konditionalsatz) als auch eine Begründung der aufgestellten Vermutung beinhaltet.*

Niveau	0	1	2	3
C) FORSCHUNGSSCHRITT: VERSUCHSAUFBAU BESCHREIBEN				
C 1. Lexikalisch-semantische Ebene	☐	☐	☐	☐
C 1.1. Detailanalyse der <u>Fachsprachlichkeit</u>	*Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw.*	*Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.*
		„Jedoch war das wesentliche Ziel festzustellen unter welchen ***Klimatemperaturen*** sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt." [6_Keimung_2m_a]	„***Tastkörperchen*** […] nehmen […] ***Temperaturunterschiede*** wahr." [6_Tasten_2w]	„***Amylase***" [6_Enzyme_1m_g], „***Medianebene***" [6_Gehirn_2w_c], „***keimt***" [6_Keimung_1m _n]
C 2. Syntaktische Ebene	☐	☐	☐	☐
C 2.1. Detailanalyse des <u>Satzgefüges</u>	*Kein Einsatz von Bindewörtern.*	*Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter (und (dann), dann) und/oder ausschließlich Hauptsätze.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.*
		„[…] Danach nahm ich eine Pinzette ***und*** zupfte ein Blättchen von einer Wasserpestpflanze. Danach legte ich das Blättchen im Wassertropfen ***und*** legte das Deckglas drauf. Nachher ging ich zum Mikroskop." [6_Mikroskopie_2m_h]	„Letztendlich habe ich herausgefunden, dass sich die Organellen in der Zelle ***bewegen*** wegen dem Zellplasma." [6_Mikroskopie_3m_f]	„Für diesen Versuch nahm ich eine Spatel, ***um*** eine Speichelprobe zu entnehmen, ***welche*** ich wiederum auf einen Objektträger mit Wassertropfen ***gab***." [6_Mikroskopie_2m_h]
	☐	☐	☐	☐
C 2.2. Detailanalyse des <u>Tempus</u>	*Kein Einsatz*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*

		„[…] Außerdem ***verwenden*** wir eine Iod-Lösungen, die wird tropfenweise auf jedes einzelne Lebensmittel ***geben*** […]. Zuerst ***haben*** wir die vier Lebensmittel, unabhängig voneinander, in einer Petrischale ***positioniert***. […] Anschließend ***werden*** wir jeweils einen Tropfen Iod auf jedes einzelne Lebensmittel ***geben*** […]“ [5_Stärkeversuch_1w]	„Die Linse ***wird*** aus dem Auge ***gelöst***. Da sie trüb ***war***, ***konnte*** leider nicht versucht werden, durch die Linse Zeitung zu lesen.“ [6_Auge_3m_g]	„Der Versuchsperson ***werden*** die Augen ***verbunden***. Dann ***wird*** ihr der Becher mit unterschiedlichen Säften ***gereicht***. Im ersten Durchgang ***wird*** sowohl die Nase als auch die Augen ***verschlossen***. Beim zweiten Durchgang ***darf*** die Nase ***geöffnet bleiben***.“ [6_Geruch_1w].
– 8 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
C 2.3. Detailanalyse der <u>Flexion</u>	*Keine Artikelverwendung.*	*Undifferenzierte Verwendung von Artikeln (z. B. das Same) sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben (z. B. er wachsen). Lückenhafte Flexion von Nomen.*	*Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.*	*Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.*
		„beim Zweiten Versuch haben wir ***das menschliche Mundschleimhautzellen*** präpariert. Diesen Versuch haben wir mit einem Mikroskop durchgeführt und haben dabei die Teile ***einer*** Mikroskop gelernt und besprochen, wozu diese dienen“ [6_Mikroskopie_4w_d]	„Beim ersten Mal durch ***den Okular*** blickend, war nicht viel zu erkennen.“ [6_Mikroskopie_5m]	„Wir untersuchten den Zelltyp und wir mussten herausfinden wodurch die grüne Farbe der Blätter zustande kommt.“ [6_Mikroskopie_3m_f]
	☐	☐	☐	☐
C 2.4. Detailanalyse <u>unpersönliche Konstruktionen</u>	*Keine Endper…*	*Eine Endpersonalisierung durch Passivkonstruktionen bzw. man-Sätzen fehlt überwiegend.*	*Keine Verwendung des Passivs. „Man“-Sätze und/oder Infinitivgruppen werden weitgehend gebildet.*	*Verwendung des Passivs. Einsatz des unpersönlichen Pronomens „man“ und/oder von Infinitivgruppen.*

		„***Wir*** haben ein paar Tropfen Wasser auf den Objektträger geschüttet und dann noch das Blättchen der Wasserpest draufgegeben und mithilfe der Pinzette noch das Deckglas langsam hingelegt.“ [6_Mikroskopie_2m_h]	„Für diesen Versuch braucht ***man***; einen Objektträger, ein Deckglas, eine Spatel, […]. Für diesen Versuch nahm ***ich*** einen Objektträger, auf den ***ich*** einen Wassertropfen und in den ich ein Blatt der Wasserpest legte. Auf dieses gab ***ich*** ein Deckglas und legte es auf den Objektträger, um es unter dem Mikroskop anzusehen und ***zu skizzieren***.“ [6_Mikroskopie_1w]	„Dann ***wird*** das Auge ***umgedreht*** und in der anderen Richtung ebenfalls bis zu Hornhaut ***geschnitten***. Sodann ***wird*** das Auge vorsichtig ***aufgeklappt*** und die Hornhaut ***durchtrennt***. Die Linse ***wird*** aus dem Auge ***gelöst***. Da sie trüb war, konnte leider nicht versucht werden, durch die Linse Zeitung ***zu lesen***.“ [6_Auge_3m_g]
C 3.1. Textebene: Grobanalyse				
C 3.1.1. Anzahl der Wörter (W)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Wörter*			
C 3.1.2. Anzahl der Sätze (S)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Sätze*			
C 3.1.3. mittlere Satzlänge (s = W/S)	*s* = Klicken Sie hier, um Text einzugeben.			

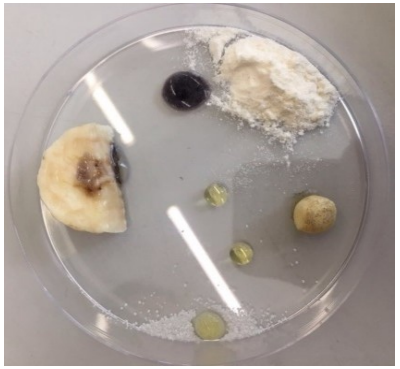
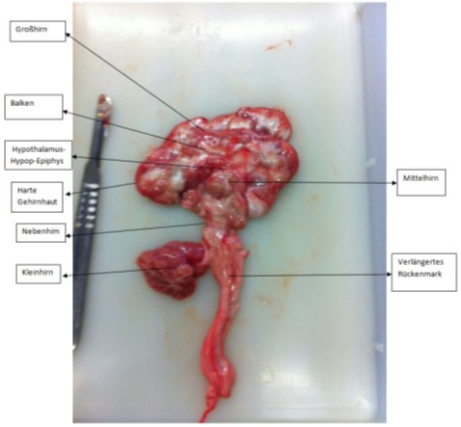
– 9 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
C 3.1.4. Grobanalyse des <u>Sprachregisters</u>	*Mündlichkeit.*	*Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.*	*Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkennbar.*	*Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist vollständige Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und keine Gedankensprünge auf.*

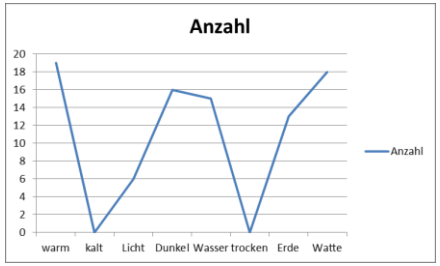
		„Zuerst habe ich mir ein Kalmar ***von einem Zimmer, der auch unsere Mikrokopien besitzt***, geholt. Dann habe ich den Trichter, der auf der Bauchseite des Tieres sich befindet, gesucht. Diesmal war ich aber mit der zweiten Gruppe, ***weil ich am Dienstag nicht in die Schule kommen konnte, mit Sophie***." [6_Kalmar_1w_e]	„Zuerst haben wir uns überlegt, unter welche Bedingungen wir unsere Versuche duchführen sollten, dann sind wir auf folgende Ideen gekommen: unter die Bedingungen von ***Wasser (trocken)***, Temperatur (warm, kalt), Licht (dunkel) und ***Erde (Watte)***. ***Nach die Durchführung***, haben wir unsere Experimente auf ihre passende Plätze gebracht und das für zwei Wochen." [6_Keimung_4w_c]	„Der Versuchsperson werden die Augen verbunden. Dann wird ihr der Becher mit unterschiedlichen Säften gereicht. Im ersten Durchgang wird sowohl die Nase als auch die Augen verschlossen. Beim zweiten Durchgang darf die Nase geöffnet bleiben." [6_Geruch_1w].
C 3.2. Textebene: Detailanalyse	☐	☐	☐	☐
C 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz <u>„Versuchsaufbau beschreiben"</u>	*Nicht vorhanden.*	*Weitgehend lückenhafte und unpräzise Dokumentation des Versuchsablaufs.*	*Überwiegend präzise Dokumentation des Versuchsablaufs unter Einbezug der verwendeten Materialien und der angewandten Methodik.*	*Umfassende und präzise Dokumentation des Versuchsaufbaus unter Einbezug der verwendeten Materialien und der angewandten Methodik.*
		„Wir haben uns aus verschiedenen Tieren eins pro Gruppe ausgesucht und das dann genauestens beschrieben. Dazu verwendeten wir eine Luppe die dazu gilt, das jeweilige Tier genauer zu beobachten um festzustellen welcher Tiergruppe es sich ***anordnet***. Die Tiere waren in großen Behältern die mit Nahrung aufgefüllt waren. Danach haben wir uns den Bestimmungspfad ***ausgesucht*** und weitere ***Plastikdosen untersucht***." [6_Bestimmen_1m_a]	„[…] Wir haben ein paar Tropfen Wasser auf den Objektträger ***geschüttet*** und dann noch das Blättchen der Wasserpest draufgegeben und mithilfe der Pinzette noch das Deckglas langsam hingelegt. Wir untersuchten eine Stelle zwischen Blattrand und Mittelrippe mit allen Vergrößerungen, ***von der kleinsten bis zur Größten*** und erkannten dabei 4 zusammenhängende Zellen mit allen Einzelheiten die wir auf ein Blatt skizieren mussten." [6_Mikroskopie_3m_f]	„Zuerst stellten wir die Spitzen des Zirkels auf eine Distanz von 30 mm ein. Dan sollten wir damit die Fingerspitze seines Partners berühren. Danach mussten wir in der Tabelle auf das Arbeitsblatt eintragen ob die Zirkelspitzen von dem Partner als zwei getrennte Berührungspunkte wahrgenommen werden. Nachher sollten wir den der Zirkelspitzen um 2 mm verringern und es wiederholen. Danach sollten wir die Aufzeichnungen in der Tabelle weiterführen." [6_Tasten_1m]

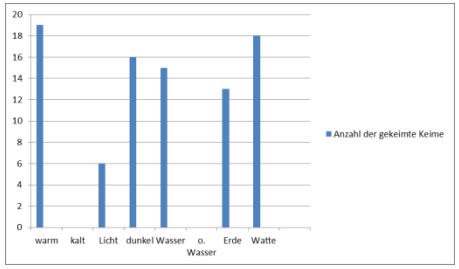
Niveau	0	1	2	3
D) FORSCHUNGSSCHRITT: DATENAUSWERTUNG / ERGEBNISSE				
Darstellungsform/en	☐ verbal ☐ bildlich ☐ symbolisch [Mehrfachantworten möglich]			
D 1. Lexikalisch-semantische Ebene	☐	☐	☐	☐
D 1.1. Detailanalyse der <u>Fachsprachlichkeit</u>	*Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw.*	*Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.*
		„Jedoch war das wesentliche Ziel fest-zustellen unter welchen ***Klimatempera-turen*** sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt.“ [6_Keimung_2m_a]	„***Tastkörperchen*** […] nehmen […] ***Temperaturunterschiede*** wahr.“ [6_Tasten_2w]	„***Amylase***“ [6_Enzyme_1m_g], „***Medianebene***“ [6_Gehirn_2w_c], „***keimt***“ [6_Keimung_1m _n]
D 2. Syntaktische Ebene	☐	☐	☐	☐
D 2.1. Detailanalyse des <u>Satzgefüges</u>	*Kein Einsatz von Bindewörtern.*	*Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter (und (dann), dann) und/oder ausschließlich Hauptsätze.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.*
		„Am Schluss konnte man Einzelheiten erkennen. Man musste 4 zusammenhängende Zellen zeichnen ***und*** beschriften.“ [6_Mikroskopie_2m_h]	„Letztendlich habe ich herausgefunden, dass sich die Organellen in der Zelle ***bewegen*** wegen dem Zellplasma.“ [6_Mikroskopie_3m_f]	„Auf dem Bild sind die verwendeten Lebensmittel (Banane, Kochsalz, Mehl, Backerbse), ***die*** in einer Petrischale geordnet ***sind***, ***zu sehen***. […]“ [5_Stärkeversuch_1w]
	☐	☐	☐	☐
D 2.2. Detailanalyse des <u>Tempus</u>	*Kein Einsatz*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*

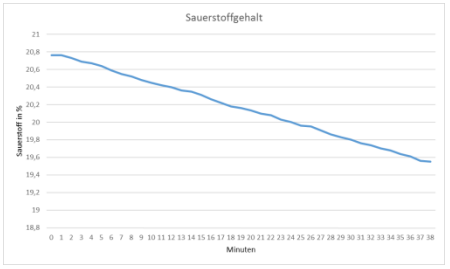
		„Nachdem wir die Iod-Lösung auf die Lebensmittel ***getropft haben*** und einige Zeit einwirken ***ließen***, konnten wir folgendes ***feststellen***: Das Mehl ***ist*** eindeutig das Produkt, das am meisten Stärke ***enthält***, da sich das Mehl ruckartig und ziemlich dunkelblau ***verfärbt hat***.“ [5_Stärkeversuch_1w]	„Die Linse ***wird*** aus dem Auge ***gelöst***. Da sie trüb ***war***, ***konnte*** leider nicht versucht werden, durch die Linse Zeitung zu lesen.“ [6_Auge_3m_g]	„In dieser Probe ***können*** zumindest zwei verschiedene Schimmelpilzarten ***gefunden werden***. Einer davon ***ist*** recht klein dafür allerdings eine geschlossene Fläche, wohingegen der andere fast über das ganze Nährmedium verteilt ***wächst***, allerdings aus vielen kleinen „Köpfchen“ ***besteht***.“ [6_Mikroorganismen_1m]
– 11 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
D 2.3. Detailanalyse der <u>Flexion</u>	*Keine Artikelverwendung.*	*Undifferenzierte Verwendung von Artikeln (z. B. das Same) sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben (z. B. er wachsen). Lückenhafte Flexion von Nomen.*	*Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.*	*Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.*
		„Nach ***unsere Forschungen sind*** herausgekommen, dass die Keime, die die Erde, das Wasser und ***den Licht*** bekommen haben mehr als andere, die in andere Bedingungen waren, gekeimt haben.“ [6_Keimung_3w_b]	„Beim ersten Mal durch ***den Okular*** blickend, war nicht viel zu erkennen.“ [6_Mikroskopie_5m]	„Wir untersuchten den Zelltyp und wir mussten herausfinden wodurch die grüne Farbe der Blätter zustande kommt.“ [6_Mikroskopie_3m_f]
D 3.1. Textebene: Grobanalyse				
D 3.1.1. Anzahl der Wörter (W)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben. *Wörter*			
D 3.1.2. Anzahl der Sätze (S)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben. *Sätze*			
D 3.1.3. mittlere Satzlänge (s = W/S)	*s* = Klicken Sie hier, um Text einzugeben.			

	☐	☐	☐	☐
D 3.1.4. Grobanalyse des <u>Sprachregisters</u>	*Mündlichkeit.*	*Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.*	*Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkennbar.*	*Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist vollständige Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und keine Gedankensprünge auf.*
		„***Leider hatte ich ein paar Probleme mit meinem Mikroskop***. Deshalb konnte ich nur eine Phase skizzieren. ***Ich habe mir Mühe gegeben das so gut wie möglich hinzukriegen und hoffe dass es für eine positive Benotung ausreicht***. [6_Heuaufguss_1w]	„Ich betrachtete das Auge ganz genau und ***sah folgende Strukturen des Auges***. Aber manche Teile des Schafauges wie Lederhaut und Netzhaut konnte ich leider nicht ganz richtig entscheiden.“ [6_Auge_2w_e]	„In dieser Probe können zumindest zwei verschiedene Schimmelpilzarten gefunden werden. Einer davon ist recht klein dafür allerdings eine geschlossene Fläche, wohingegen der andere fast über das ganze Nährmedium verteilt wächst, allerdings aus vielen kleinen „Köpfchen“ besteht.“ [6_Mikroorganismen_1m]
– 12 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
D 3.2. Textebene: Detailanalyse	☐	☐	☐	☐
D 3.2.1. Detailanalyse des Forschungsschritts <u>„Datenauswertung / Ergebnisse“</u>	*Nicht vorhanden bzw. ausschließlich subjektive Meinungsäußerung.*	*Beschreibung der im Rahmen des Versuchs gewonnenen Daten unter Einbezug subjektiver Meinungsäußerungen (z. B. Wertung der Daten).*	*Lückenhafte, jedoch wertneutrale Beschreibung der im Rahmen des Versuchs gewonnenen Daten.*	*Präzise und wertneutrale Beschreibung der im Rahmen des Versuchs gewonnenen Daten.*
		„Ich konnte während des Versuches beobachten, dass die Zellen ähnlich wie viele kleine, nahe zusammen geordnete Würmer aussehen. ***Ich kam zu dem Ergebnis, dass ich mir sehr schwer tat die verschiedenen Stadien zu erkennen***.“ [6_Zellkernteilung_2w]	„Ich betrachtete das Auge ganz genau und ***sah folgende Strukturen des Auges***. Aber manche Teile des Schafauges wie Lederhaut und Netzhaut konnte ich leider nicht ganz richtig entscheiden.“ [6_Auge_2w_e]	„Hier sind drei verschiedene Bakterienarten erkennbar. Die Kolonie hat sich vor allem entlang der verteilten Geschirrspülertab-Lösung gebildet. An den Rändern sind allerdings noch unbewachsene Stellen klar erkennbar, die Probe ist zu 60% von Mikroorganismen bevölkert.“ [6_Mikroorganismen_1m]

	☐	☐	☐	☐
D 3.2.2. Detailanalyse <u>„realistische bildliche Darstellungsform“</u>	*Nicht vorhanden.*	*Die verwendete Abbildung und deren Beschriftung geben die Ergebnisse nur unzureichend wieder (z. B. die Abbildung wurde nicht eigenständig aufgenommen).* „Es sah so aus.“ [6_Mikroskopie_6w_c]	*Die verwendete Abbildung gibt die Ergebnisse anschaulich wieder und wurde eigenständig angefertigt (gezeichnet, fotografiert). Die Beschriftung ist lückenhaft.*  „Auf dem Bild sind die verwendeten Lebensmittel (Banane, Kochsalz, Mehl, Backerbse), die in einer Petrischale geordnet sind, zu sehen.“ [5_Stärkeversuch_1w]	*Die verwendete Abbildung gibt die Ergebnisse anschaulich wieder. Sie wurde eigenständig angefertigt (gezeichnet, fotografiert) und weitgehend richtig beschriftet.*  [6_Gehirn_1m_f]
– 13 –				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
D 3.2.3. Detailanalyse <u>„logische bildliche Darstellungsform“</u>	*Nicht vorhanden*	*Der eingesetzte Diagrammtyp ist für die Darstellung der Ergebnisse nicht passend gewählt.*	*Der eingesetzte Diagrammtyp ist für die Darstellung der Ergebnisse passend gewählt. Die Achse/n ist/sind nicht beschriftet und/oder eine Legende fehlt.*	*Der eingesetzte Diagrammtyp ist für die Darstellung der Ergebnisse passend gewählt. Die Achsen sind beschriftet und eine Legende wurde angefertigt.*

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td> 

„Ziel des Versuches ist, herauszufinden unter welche Bedingungen das Keimen von Pflanzensamen günstig sind.“ [6_Keimung_4w_c]</td>
<td> 

„Unser Ziel für dieses Protokoll war die Bedingung, die „günstig“ für das Keimen von Pflanzensamen waren, herauszufinden“ [6_Keimung_3w_b]</td>
<td> 

„Wie verhält sich die Atemluft in einen geschlossenen Raum mit mehreren Menschen in sich?“
[7_Atemluft_1m]</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>☐</td>
<td>☐</td>
<td>☐</td>
<td>☐</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="2">D 3.2.4. Detailanalyse
<u>„tabellarische Darstellungsform“</u></td>
<td rowspan="2">Nicht vorhanden.</td>
<td>Die verwendete Tabelle gibt die Ergebnisse unstrukturiert und zusammenhangslos wieder.</td>
<td>Die verwendete Tabelle gibt die Ergebnisse strukturiert wieder. Zusammenhänge wurden unzureichend herausgearbeitet.</td>
<td>Die verwendete Tabelle gibt die Ergebnisse anschaulich und in strukturierter Weise wieder.</td>
</tr>
<tr>
<td>
3. Ergebnisse: 2.) Durchgang:
Warm : 14 Warm: 16
Kalt: 0 Kalt: 0
Licht: 0 Licht: 0
Dunkel: 14 Dunkel: 14
Wasser: 15 Wasser: 16
Trocken: 0 Trocken: 0
Erde: 14 Erde: 7
Wolle: 2 Wolle: 0
[6_Keimung_1m]
</td>
<td>
<table>
<tr><td>Tatsächlich</td><td></td><td>Durchgang 1</td><td></td><td>Durchgang 2</td></tr>
<tr><td>Apfelsaft</td><td></td><td>Apfelsaft</td><td></td><td>Apfelsaft</td></tr>
<tr><td>Orangensaft</td><td></td><td>Orangensaft</td><td></td><td>Orangesaft</td></tr>
<tr><td>Birnensaft</td><td></td><td>Birnensaft</td><td></td><td>Birnensaft</td></tr>
<tr><td>Mangosaft</td><td></td><td>Bananensaft</td><td></td><td>Mangosaft</td></tr>
</table>
[6_Geruch_1w]
</td>
<td>
<table>
<tr><th>Distanz Zirkelspitzen (in mm)</th><th>wahrgenommene Druckpunkte (FINGER)</th></tr>
<tr><td>30</td><td>1. Proband: 2 / 2. Proband: 2</td></tr>
<tr><td>28</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>26</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>24</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>22</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>20</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>18</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>16</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>14</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>12</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>10</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>8</td><td>2 / 2</td></tr>
<tr><td>6</td><td>2 / 1</td></tr>
<tr><td>4</td><td>1 / 2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>1 / 1</td></tr>
</table>
[6_Tasten_3w]
</td>
</tr>
</table>

Niveau	0	1	2	3
E) FORSCHUNGSSCHRITT: DISKUSSION DER ERGEBNISSE				
E 1. Lexikalisch-semantische Ebene	☐	☐	☐	☐
E 1.1. Detailanalyse der <u>Fachsprachlichkeit</u>	*Kein Einsatz von Fachbegriffen bzw.*	*Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachbegriffen verwendet.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.*	*Einsatz von themenspezifischen Fachbegriffen bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung im Text.*
		„Jedoch war das wesentliche Ziel festzustellen unter welchen ***Klimatemperaturen*** sich eine Pflanze am schnellsten bzw. am meisten keimt." [6_Keimung_2m_a]	„***Tastkörperchen*** […] nehmen […] ***Temperaturunterschiede*** wahr." [6_Tasten_2w]	„***Amylase***" [6_Enzyme_1m_g], „***Medianebene***" [6_Gehirn_2w_c], „***keimt***" [6_Keimung_1m _n]
E 2. Syntaktische Ebene	☐	☐	☐	☐
E 2.1. Detailanalyse des <u>Satzgefüges</u>	*Kein Einsatz von Bindewörtern.*	*Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter (und (dann), dann) und/oder ausschließlich Hauptsätze.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.*	*Verwendung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.*
		„Am Schluss konnte man Einzelheiten erkennen. Man musste 4 zusammenhängende Zellen zeichnen ***und*** beschriften." [6_Mikroskopie_2m_h]	„Letztendlich habe ich herausgefunden, dass sich die Organellen in der Zelle ***bewegen*** wegen dem Zellplasma." [6_Mikroskopie_3m_f]	„Ohne der Nase könnte man fast gar nichts schmecken, ***da*** die Nase auch zu den Geschmackserkennung ***gehört***." [6_Geschmack_1w]
	☐	☐	☐	☐
E 2.2. Detailanalyse des <u>Tempus</u>	*Kein Einsatz*	*Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen (z. B. Perfekt, Präteritum).*	*Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.*	*Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.*

		„Ich ***konnte*** bei diesen Versuchen die Tierchen ganz genau ***beobachten*** und ihre Reaktionen auf verschiedene Substanzen wie Alkohol, Methylenblau etc. ***erforschen***. Dabei ***habe*** ich ***herausgefunden*** das auch Pantoffeltierchen vom Alkohl beeinflusst ***werden*** und dass ihre Strukturen durch das Methylenblau besser sichtbar gemacht ***werden*** damit man eine ordentliche Skizze ***anfertigen kann***." [6_Heuaufguss_1w]	„Der Steinläufer ***hat*** 30 Füße. Das Tier ***ist*** 35 mm groß. Mit der Luppe ***kam*** ich zum ergebniss, dass das Tier Kieferklauen ***besitzt*** die wie eine Zange ***ausschauen***." [6_Bestimmen_1m_a]	„Jeder Rezeptor ***ist*** zuständig für ein bestimmtes Areal auf der Haut, das so genannte rezeptive Feld. Druck und Berührungen ***werden*** von zwei Rezeptortypen ***wahrgenommen*** werden. Besonders gut ausgeprägt ***ist*** der Tastsinn in den Fingerspitzen." [6_Tasten_2w]
- 15 -				
Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
	☐	☐	☐	☐
E 2.3. Detailanalyse der <u>Flexion</u>	*Keine Artikelverwendung.*	*Undifferenzierte Verwendung von Artikeln (z. B. das Same) sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben (z. B. er wachsen). Lückenhafte Flexion von Nomen.*	*Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.*	*Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.*
		„Nach ***unsere Forschungen sind*** herausgekommen, dass die Keime, die die Erde, das Wasser und ***den Licht*** bekommen haben mehr als andere, die in andere Bedingungen waren, gekeimt haben." [6_Keimung_3w_b]	„Bei dem Untersuchen ***jedes Einzelteile*** war es etwas anstrengend sie zu erkennen, jedoch konnte ich jetzt herausfinden wie sie aussahen." [6_Gehirn_1m_f]	„Es konnten die angeführten Bestandteile des Auges in der Realität gefunden werden. Die Linse ist eine Sammellinse, daher werden die Strahlen der Taschenlampe in einem Punkt gebündelt." [6_Auge_3m_g]
E 3.1. Textebene: Grobanalyse				
E 3.1.1. Anzahl der Wörter (W)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Wörter*			
E 3.1.2. Anzahl der Sätze (S)	Klicken Sie hier, um Text einzugeben.*Sätze*			
E 3.1.3. mittlere Satzlänge (s = W/S)	*s* = Klicken Sie hier, um Text einzugeben.			

	☐	☐	☐	☐
E 3.1.4. Grobanalyse des <u>Sprachregisters</u>	*Mündlichkeit.*	*Der Text weist narrative (erzählerische) Elemente und/oder Füllwörter (z. B. also) auf.*	*Der Text weist Gedankensprünge und/oder teilweise unvollständige Sätze auf. Die sprachliche Präzision ist lückenhaft. Eine lineare Textstruktur ist erkennbar.*	*Der Text ist konzeptionell schriftlich geschrieben. Er weist vollständige Sätze, einen präzisen Wortgebrauch und keine Gedankensprünge auf.*
		„Mir hat im allgemeinen der Versuch ***sehr gut gefallen*** aber vorallem fand ich es ***interessant*** das innere des Hirnes zu untersuchen.“ [6_Gehirn_3m_a]	„Ohne der Nase könnte man fast gar nichts schmecken, da die Nase auch zu den Geschmackserkennung gehört. Wie oben angegeben habe wir so eine Lutschtablette bekommen. Nachdem aßen wir Zitronen, diese schmeckten eher süß statt sauer. Ich trank noch etwas von den Säften, diese waren nachdem noch süßer. Diese Kapseln schaltet sozusagen den Sauerbereich der Geschmackszellen aus, daher schmecken wir dann kein Sauer mehr.“ [6_Geschmack_1w]	„Die Versuchsperson tat sich bei der ersten Versuchskette, bei der auch die Nase geschlossen war, eindeutig schwerer als bei den anderen Versuchen. Beim ersten Durchgang war sich die Versuchsperson sehr unsicher, konnte aber trotzdem drei von vier Säften richtig zuordnen.“ [6_Geruch_1w]

Niveau	**0**	**1**	**2**	**3**
E 3.2. Textebene: Detailanalyse	☐	☐	☐	☐
E 3.2.1. Detailanalyse der Teilkompetenz <u>„Diskussion der Ergebnisse“</u>	*Enthält keine Schlussfolgerung bzw. Interpretation der Ergebnisse.*	*Die gewonnen Daten werden unter Einbezug einer subjektiven Meinungsäußerung und/oder vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich falsch beurteilt.*	*Die gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich korrekt beurteilt. Die Formulierung des kausalen Zusammenhangs ist lückenhaft oder fehlt ganz.*	*Die gewonnenen Daten werden vor dem Hintergrund der Fragestellung fachlich korrekt beurteilt. Es wird ein kausaler Zusammenhang hergestellt.*
		„Mir hat der Versuch ***besonders gut gefallen*** weil ich nun auf neue Erkenntnissen gekommen sind wie sich z.b Pflanzen ***in verschieden Temperaturen entwickeln können***.“ [6_Keimung_2m_a]	„Ohne der Nase könnte man fast gar nichts schmecken, da die Nase auch zu den Geschmackserkennung gehört.“ [6_Geschmack_1w]	„Unsere Hypothese hat sich nicht wirklich bestätigt. Zwar blieben die Proben mit den pH-Werten 3 und 4 weitgehend frei von Mikroorganismen die sauerste Probe mit einem pH-Wert von 1 schien allerdings fast paradiesische Verhältnisse zu bieten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Essig im Gegensatz zur bei der Herstellung der sauersten Probe verwendeten Salzsäure die Mikroorganismen absterben lässt.“ [6_Mikroorganismen_1m]

LITERATURVERZEICHNIS

Arnold, J., Kremer, K., & Mayer, J. (2013). *Wissenschaftliches Denken beim Experimentieren – Kompetenzdiagnose in der Sekundarstufe II*. In D. Krüger, A. Upmeier zu Belzen, P. Schmiemann, A. Möller & D. Elster (Hrsg.), Erkenntnisweg Biologiedidaktik 11 (S. 7-20). Kassel: Universitätsdruckerei.

Fröhlich, L., Döll, M., & Dirim, İ. (2014). *Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache. Teil 1: Beobachtungsbogen*. Wien: bmbf.

Mayer, J., Grube, C., & Möller, A. (2008). *Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung*. In U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.), Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik Bd. 3 , S. 63-79. Innsbruck: Studienverlag.

Nitz, S., Nerdel, C., & Prechtl, H. (2012). *Entwicklung eines Erhebungsinstruments zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 18, 117-139.

Pineker-Fischer, A. (2017). *Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Umgang von Lehrpersonen in soziokulturell heterogenen Klassen mit Bildungssprache*. Wiesbaden: Springer.

Reich, H. H. (2011). *Prozessbegleitende Diagnose schriftsprachlicher Fähigkeiten auf der Sekundarstufe I*. Verfügbar unter http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Downloads/Infothek/Themendossiers/Dialogforum-7/dialogforum-7-lernerfolge-2011-diagnose-schriftsprache.pdf?__blob=publicationFile (03.08.2017).

Tajmel, T. (2017). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis*. Wiesbaden: Springer.

14.5 Ergebnisse der quantitativen Auswertung (Excel-Tabelle)

Protokollteile A-C

	m=1,w=2	daz=1, dam=2	Fachspr. A 1.1.	Satzgef. A 2.1.	Tempus A 2.2.	Flexion A 2.3.	Register A 3.1.4	Teilkomp. A 3.2.1.	Fachspr. B 1.1.	Satzgef. B 2.1.	Tempus B 2.2.	Flexion B. 2.3.	Register B 3.1.4	Teilkomp. B. 3.2.1.	Fachspr. C 1.1.	Satzgef. C 2.1.	Tempus C 2.2.	Flexion C 2.3.	unpersön. C 2.4.	Register C 3.1.4.	Teilkomp. C 3.2.1.
6_Keimung_1m_daz_n	1	1	3	3	1	3	2	1							2	1	0	1	0	2	1
6_Keimung_2m_daz_a	1	1	1	3	1	2	2	2							3	3	1	2	0	1	2
6_Keimung_3w_daz_b	2	1	3	3	1	2	1	3							1	1	0	1	0	1	1
6_Keimung_4w_daz_c	2	1	3	3	3	1	2	2							2	3	0	1	0	2	1
6_Keimung_5m_daz_i	1	1	3	3	1	1	2	2							3	1	0	1	0	2	1
6_Keimung_6m_dam_k	1	2	3	0	3	3	2	2							3	3	0	2	0	2	2
6_Keimung_7w_daz	2	1	3	3	1	3	2	1							3	1	0	2	0	1	2
6_Keimung_8m_daz_e	1	1	3	3	1	3	3	2							0	0	3	2	3	2	1
6_Keimung_9m_dam_g	1	2	3	3	3	3	2	2							3	3	0	3	0	2	2
6_Keimung_10w_daz_d	2	1	2	3	0	3	1	2							3	3	0	2	0	2	2
6_Keimung_11w_dam_j	2	2																			
6_Keimung_12m_dam_q_ps	1	2	3	3	3	3	3	0	3	1	3	3	2	3	3	3	3	1	3	2	2
6_Keimung_13w_dam_r_ps	2	2							3	3	3	3	2	3	3	1	3	1	3	2	2
6_Keimung_14m_dam_s_ps	1	2							3	3	2	3	3	3	3	1	0	3	3	3	3
6_Keimung_15m_dam_t_ps	1	2							3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	1	2	2
6_Keimung_15m_dam_u_ps	1	2							0	3	3	3	2	2	0	3	3	3	0	2	2
6_Keimung_16m_dam_v_ps	1	2							0	3	3	3	2	2	0	3	3	3	0	2	2
6_Tasten_1m_daz_a	1	1	3	3	1	3	2	1							0	3	1	2	1	2	3
6_Tasten_2w_daz_l	2	1	2	3	3	2	2	3							0	3	0	2	1	2	2
6_Tasten_4w_daz_j	2	1	3	2	1	3	2	2							0	3	1	3	1	1	1
6_Tasten_5m_dam_k	1	2	0	3	3	2	2	0							0	3	0	3	0	2	2
6_Tasten_6w_dam_m	2	2	0	2	3	1	2	3							0	3	0	1	1	1	2
6_Tasten_7m_daz_n	1	1	0	3	1	3	2	1							0	3	1	2	1	2	3
7_Tasten_8m_daz_i	1	1	0	3	1	2	2	1							0	3	1	2	1	2	2
6_Tasten_9w_daz_c	2	1	3	3	3	2	2	2													
6_Tasten_10w_daz_o	2	1	0	1	0	1	1	0							0	3	0	3	1	2	3
6_Tasten_11w_daz_b	2	1	1	1	2	1	1	1							0	3	1	2	1	2	2
6_Tasten_12w_daz_n	2	1	1	3	1	2	2	2							0	3	1	2	1	1	1
6_Tasten_14m_dam_w_ps	1	2																			
6_Tasten_20m_dam_z_ps	1	2																			
6_Tasten_13w_dam_r_ps	2	2																			
6_Tasten_18w_dam_y_ps	2	2																			
6_Tasten_17m_dam_u_ps	1	2																			
6_Tasten_19m_dam_v_ps	1	2																			
6_Tasten_15m_dam_s_ps	1	2																			
6_Tasten_16m_dam_t_ps	1	2																			
6_Geschmack_1w_daz_l	2	1	2	3	3	2	2	0							1	3	0	1	1	1	2
6_Geschmack_2m_daz_a	1	1	3	3	1	2	2	3							0	3	0	2	0	2	1
6_Geschmack_3w_daz_j	2	1	3	3	1	2	3	2							3	1	0	3	0	2	1
6_Geschmack_4w_daz	2	1	3	1	1	2	1	0							3	3	1	2	1	1	2
6_Geschmack_5m_daz_n	1	1	3	3	2	3	2	2							0	3	0	2	0	2	1
6_Geschmack_6m_dam_q_ps	1	2	3	3	3	3	3	2							3	3	2	3	3	3	3
6_Geschmack_9w_dam_x_ps	2	2	3	3	3	3	3	2							3	3	2	3	3	3	3
6_Geschmack_7w_dam_r_ps	2	2																			
6_Geschmack_11w_dam_y_ps	2	2																			
6_Geschmack_8m_dam_w_ps	1	2																			
6_Geschmack_12m_dam_z_ps	1	2																			
6_Geschmack_10m_dam_u_ps	1	2																			

Protokollteile D-E

	m=1,w=2	daz=1, dam=2	Fachspr. D 1.1.	Satzgefüg. D 2.1.	Tempus D 2.2.	Flexion D 2.3.	Register D 3.1.4	Teilkomp. D 3.2.1.	real.-bild. D 3.2.2.	log. Bild. D 3.2.3.	Tabelle D 3.2.4.	Fachspr. E 1.1.	Satzgefüg. E 2.1.	Tempus E 2.2.	Flexion E 2.3.	Register E 3.1.4.	Teilkomp. E 3.2.1.
6_Keimung_1m_daz_n	1	1							0	0	1	3	3	0	3	1	0
6_Keimung_2m_daz_a	1	1							0	0	1	0	3	1	1	1	1
6_Keimung_3w_daz_b	2	1	2	3	0	1	2	2	0	2	2	0	3	3	1	2	2
6_Keimung_4w_daz_c	2	1	0	3	1	1	2	2	0	1	0	3	3	2	1	2	2
6_Keimung_5m_daz_i	1	1							0	0	1	3	3	0	1	1	0
6_Keimung_6m_dam_k	1	2	3	3	2	3	2	2	0	2	0	2	3	3	3	2	1
6_Keimung_7w_daz	2	1							0	2	2	3	3	1	1	1	0
6_Keimung_8m_daz_e	1	1	2	3	0	2	1	0	0	0	1	2	3	2	3	2	1
6_Keimung_9m_dam_g	1	2															
6_Keimung_10w_daz_d	2	1	3	2	0	2	1	0	0	2	2						
6_Keimung_11w_dam_j	2	2							0	2	0						
6_Keimung_12m_dam_q_ps	1	2	3	3	1	2	2	1	0	0	0	3	3	1	3	2	3
6_Keimung_13w_dam_r_ps	2	2	3	3	0	3	3	3	0	0	0	3	3	2	3	2	1
6_Keimung_14m_dam_s_ps	1	2	1	3	1	3	1	1	0	0	1	3	3	2	3	2	3
6_Keimung_15m_dam_t_ps	1	2	3	3	0	3	2	3	0	0	0	3	3	2	3	2	1
6_Keimung_15m_dam_u_ps	1	2	0	3	0	3	2	2	2	0	1	3	3	2	3	2	3
6_Keimung_16m_dam_v_ps	1	2	0	3	0	3	2	2	2	0	1	3	3	2	3	2	3
6_Tasten_1m_daz_a	1	1							0	0	1	0	3	1	3	1	0
6_Tasten_2w_daz_l	2	1	0	0	0	2	2	2	0	0	0	3	1	3	2	2	2
6_Tasten_4w_daz_j	2	1							0	0	3	0	1	3	1	2	0
6_Tasten_5m_dam_k	1	2							0	0	3	3	3	3	3	1	3
6_Tasten_6w_dam_m	2	2	0	3	0	2	1	0	0	0	0						
6_Tasten_7m_daz_n	1	1							0	0	1	0	3	1	2	1	0
7_Tasten_8m_daz_i	1	1							0	0	2	0	1	3	1	2	0
6_Tasten_9w_daz_c	2	1	3	3	2	1	2	2	2	0	3	2	3	1	1	1	1
6_Tasten_10w_daz_o	2	1							0	0	3	0	1	0	3	1	0
6_Tasten_11w_daz_b	2	1	0	3	1	3	1	0	0	0	2	0	3	0	1	1	1
6_Tasten_12w_daz_n	2	1	0	3	1	3	2	0	0	0	3	0	3	1	1	1	1
6_Tasten_14m_dam_w_ps	1	2	0	0	0	3	2	2	0	0	2	3	3	3	2	2	2
6_Tasten_20m_dam_z_ps	1	2	0	0	0	3	2	2	0	0	2	3	3	3	2	2	2
6_Tasten_13w_dam_r_ps	2	2	0	1	0	3	2	2	0	0	3	3	3	3	2	3	3
6_Tasten_18w_dam_y_ps	2	2	0	1	0	3	2	2	0	0	3	3	3	3	2	3	3
6_Tasten_17m_dam_u_ps	1	2							0	0	3	3	3	3	3	2	3
6_Tasten_19m_dam_v_ps	1	2							0	0	3	3	3	3	3	2	3
6_Tasten_15m_dam_s_ps	1	2							0	0	2	2	3	3	3	2	1
6_Tasten_16m_dam_t_ps	1	2							0	0	2	2	3	3	3	2	1
6_Geschmack_1w_daz_l	2	1	2	1	3	2	2	2	3	0	0	1	3	1	1	2	2
6_Geschmack_2m_daz_a	1	1							0	0	1	0	3	1	2	1	0
6_Geschmack_3w_daz_j	2	1	3						1	0	2	3	3	3	3	2	1
6_Geschmack_4w_daz	2	1	3						3	0	2	0	3	1	2	1	0
6_Geschmack_5m_daz_n	1	1	3						1	0	1	0	3	0	3	1	0
6_Geschmack_6m_dam_q_ps	1	2	3						1	0	2	2	3	3	3	2	3
6_Geschmack_9w_dam_x_ps	2	2	3						1	0	2	2	3	3	3	2	3
6_Geschmack_7w_dam_r_ps	2	2	3						1	0	2	1	3	2	2	2	3
6_Geschmack_11w_dam_y_ps	2	2	3						1	0	2	1	3	2	2	2	3
6_Geschmack_8m_dam_w_ps	1	2	3						3	0	2						
6_Geschmack_12m_dam_z_ps	1	2	3						3	0	2						
6_Geschmack_10m_dam_u_ps	1	2							2	0	2	0	3	3	3	2	2

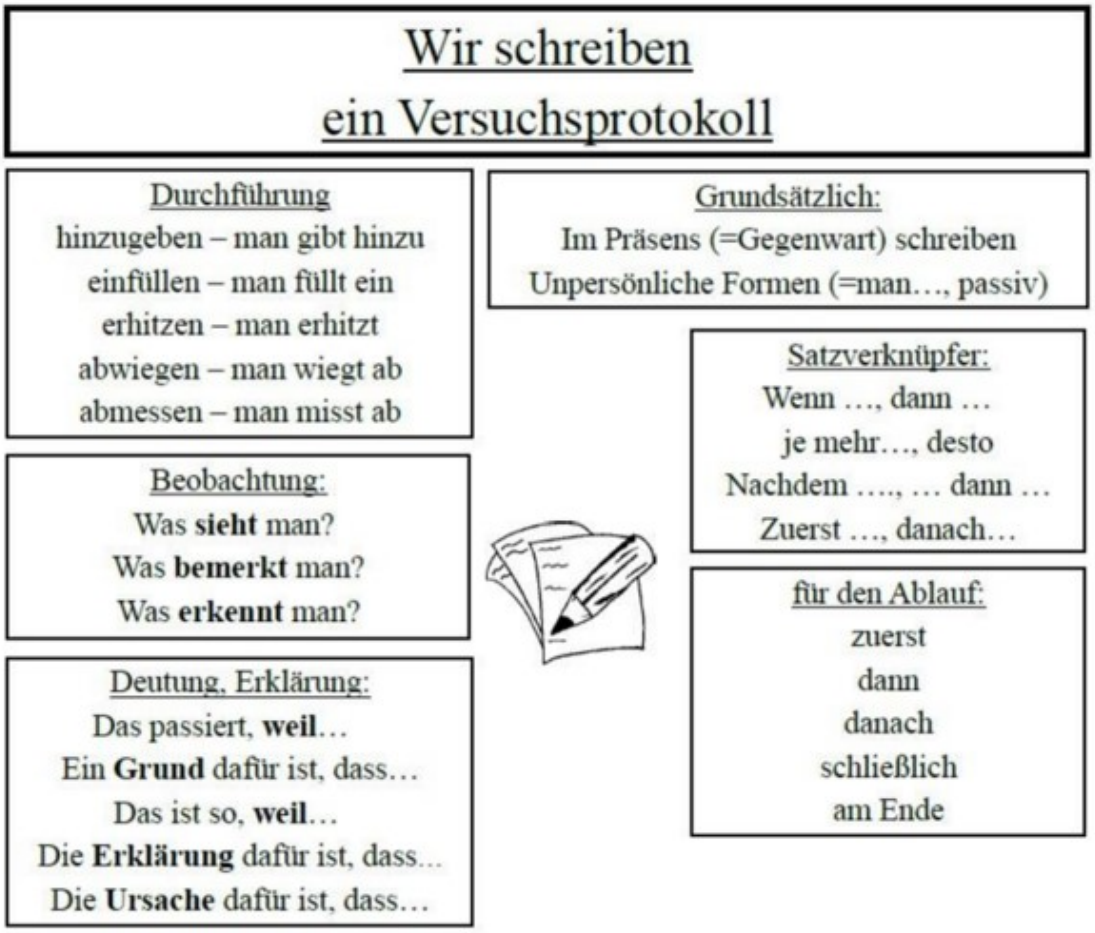
14.6 Ideen für ein sprachsensibles Scaffolding

Mögliches Tafelbild zur Kontextmodellierung

Wer schreibt?	ForscherInnen
Für wen?	für Dritte
Wozu?	• Experiment soll wiederholt werden können • Ergebnisse sollen nachvollziehbar sein
Was ist daher zu beachten?	• alle Forschungsschritte werden dargestellt • im Präsens schreiben • unpersönlicher Stil: „Ich“ und „Wir“ vermeiden

Lernplakat Versuchsprotokoll

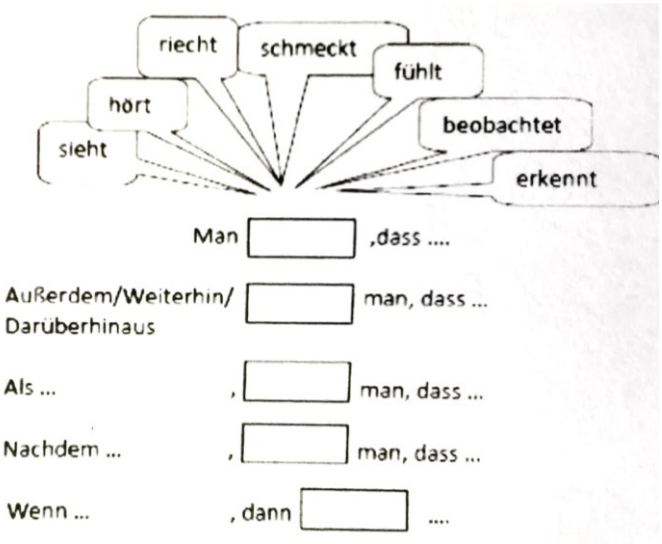
aus: Busch/Ralle 2013: 290



Puzzle Versuchsprotokoll

aus: Beese et al. 2014: 105

Beispiel für die Vorgabe von Satzmustern

Satzmuster als Gerüste zur Beschreibung von Beobachtungen

aus Beese/Roll 2013: 223