

Experimente als Sprachlernressource

Wie naturwissenschaftliches Forschen zur Förderung von Sprachhandlungskompetenz beitragen kann

Pia Harmer¹, Christoph Peschak²

DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2025.i3.a1455>

Zusammenfassung

Beim Experimentieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht sollen Schüler*innen sowohl Fachwissen als auch Sprachhandlungskompetenz entwickeln. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Sprachlichkeit und Fachlichkeit untrennbar miteinander verknüpft sind, da Sprache das zentrale Medium des Lernens und Verstehens ist. Die Phasen des naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses bieten dabei viele Möglichkeiten zur sprachlichen Aktivierung: Es werden Fragen gestellt, Vermutungen formuliert, Handlungsweisen modelliert, Beobachtungen beschrieben, Ergebnisse erklärt, diskutiert und bewertet. Das Experimentieren ermöglicht also die Gestaltung sprachförderlicher und sprachanregender Kommunikationsanlässe über fachliche Inhalte.

Die im vorliegenden Beitrag vorgestellte Explorationsstudie zeigt, ob und welche Merkmale von Fach- und Bildungssprache durch das Experimentieren in der Primarstufe evoziert werden. Die Auswertung der Daten, die in einem forschend-entdeckenden Lernsetting an der Pädagogischen Hochschule Wien erhoben wurden, zeigen, dass Lernende beim Experimentieren eine bemerkenswert differenzierte Sprache verwenden. Besonders auffällig ist die korrekte terminologische und konzeptuelle Anwendung polysemer Verben sowie die Nutzung von Fachtermini und Komposita. Darüber hinaus weisen die Sprachäußerungen aufgrund der Verwendung von Kausal-, Konditional- und Nebensätzen mit der Konjunktion *dass* auch syntaktisch komplexe Strukturen auf, bei denen sogar auf anaphorische Personalpronomen zurückgegriffen wird. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass experimentelle Tätigkeiten, wenn sie über das rein Handwerkliche hinausgehen, nicht nur fachliches Lernen fördern, sondern auch die Verwendung bildungssprachlicher Strukturen begünstigen.

Stichwörter: Experimentieren, Sprachförderung, Sachunterricht

¹ Pädagogische Hochschule Wien, Grenzackerstraße 18, 1100 Wien.

E-Mail: pia.harmer@phwien.ac.at

² KPH Wien/Niederösterreich, Mayerweckstraße 1, 1210 Wien.

E-Mail: christoph.peschak@kphvie.ac.at

1 Einleitung

Sprache und naturwissenschaftliches Denken sind eng miteinander verknüpft: Wissenschaftliche Erkenntnisse werden nicht nur durch Experimente gewonnen, sondern auch durch sprachliche Aushandlungsprozesse beschrieben, erklärt und interpretiert. Der naturwissenschaftliche Forschungsprozess fordert daher eine Vielzahl an Sprachhandlungen (Marquart-Mau, 2011). Im naturwissenschaftlichen (Sach-)Unterricht müssen Schülerinnen und Schüler daher nicht nur fachliche Inhalte verstehen, sondern auch spezifische sprachliche Strukturen beherrschen: Sie müssen Fragen stellen, Vermutungen formulieren, Beobachtungen beschreiben sowie Ergebnisse diskutieren und bewerten.

Das forschend-entdeckende Experimentieren verknüpft Sprachlichkeit und Fachlichkeit (Riebling, 2013). Durch lerner*innenzentrierte Einbettung in den Unterricht erschöpfen sich die Experimente nicht im Hantieren mit Material, sondern bieten eine motivierende, interaktive Lerngelegenheit, in der Fachsprache nicht nur rezeptiv aufgenommen, sondern aktiv verwendet und reflektiert wird. Lernende benennen Materialien, beschreiben Prozesse, äußern Vermutungen, erklären Beobachtungen und diskutieren Ergebnisse. All das sind sprachliche Handlungen, die zentral für die Entwicklung wissenschaftlicher und kommunikativer Kompetenzen sind. Aufgrund der Vielzahl an Sprachhandlungen, die beim Experimentieren notwendig sind, sind Experimente daher als vielversprechende Ressource zur Förderung ebendieser sprachlichen Handlungskompetenzen anzubieten.

Obwohl Experimente also nachweislich Sprache evozieren, die auch Aspekte von Bildungssprache (Gogolin & Lange, 2011) aufweist, fehlen bisher Untersuchungen der im kindlichen Forschungsprozess produzierten Sprache beim Experimentieren in heterogenen Klassen der Primarstufe. Während für die Sprachförderschulen (u.a. Gottwald, 2016) und die Sekundarstufe (u.a. Spreer & Theisel, 2023; Michalak & Winter, 2024) bereits Studien existieren, die den Beitrag experimenteller Lernsettings zur Sprachförderung analysieren, bleibt offen, in welchem Maße Primarstufenschüler*innen ohne besondere sprachliche Fördermaßnahmen beim Forschen spezifische sprachliche Strukturen anwenden.

Der vorliegende Beitrag setzt an dieser Forschungslücke an und untersucht, inwiefern naturwissenschaftliches Forschen in der Primarstufe zur Entwicklung sprachlicher Handlungskompetenz beiträgt. Dazu wurden mündliche und schriftliche Sprachprodukte von Schüler*innen der 1. bis 4. Schulstufe anhand deduktiv entwickelter Kategorien auf ihren fach- und bildungssprachlichen Gehalt hin analysiert. Die Datenerhebung erfolgte auf Grundlage einer explorativen Erhebung während eines Forscher*innentags an der Pädagogischen Hochschule Wien.

2 Theoretische Grundlegungen

2.1 Sprache als Medium des Lernens im naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Gemäß des BMBWF (2023) ist es das Ziel des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts, dass Schüler*innen der Primarstufe ausgehend von ihren eigenen Erfahrungen und auf Grundlage eigener für sie relevanter Auseinandersetzungen bedeutsame Naturphänomene erleben und erforschen, naturwissenschaftliches Denken entwickeln und Methoden des naturwissenschaftlichen Arbeitens und Forschens kennenlernen und erwerben. Zu diesen Methoden zählen „vor allem das Experimentieren, forschendes Lernen, Beobachten und Bestimmen sowie das Vermuten, Hinterfragen und Reflektieren, Argumentieren und Schlussfolgern“ (BMBWF, 2023). Dieser Ausschnitt aus dem Lehrplan für den Sachunterricht der Primarstufe zeigt deutlich, dass der Erwerb von Wissen und Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht untrennbar mit Sprachhandlungskompetenz verbunden ist und fachliches Lernen nicht ohne sprachliches Lernen gedacht werden kann.

Sprache spielt damit eine zentrale Rolle im naturwissenschaftlichen (Sach)Unterricht, da sie nicht nur als Kommunikationsmittel dient, sondern auch als Werkzeug zur Strukturierung und Verarbeitung von Wissen. Naturwissenschaftliches Denken, Forschen und Lernen sind untrennbar mit sprachlichen Prozessen verbunden: Hypothesen werden formuliert, Beobachtungen beschrieben, Experimente dokumentiert, Ergebnisse reflektiert und präsentiert. „Das Sprechen dient nicht als Ausdruck des fertigen Gedankens. Indem sich der Gedanke in Sprechen verwandelt, gestaltet er sich um, verändert er sich. Der Gedanke drückt sich im Wort nicht aus, sondern vollzieht sich im Wort“ (Vygotsky, 1934/2002). Ohne entsprechende Sprachhandlungskompetenzen ist daher eine im konstruktivistischen Sinn lernförderliche Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen kaum möglich. Dies bedeutet in Folge, dass die Beherrschung entsprechender sprachlicher Mittel entscheidend für den Zugang zu fachlichen Inhalten ist und Sprache als ein zentrales Medium des Lernens zu sehen ist (Schmölzer-Eibinger et al., 2018; Harmer & Anton, 2024).

Fälschlicherweise besteht aufgrund der häufig verwendeten Textformen, wie Grafiken, Tabellen etc., sowie der verbreiteten Arbeitsformen Beobachten und Experimentieren immer noch die Annahme, die Naturwissenschaften wären vermeintlich spracharm. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, dass diese Sprachunabhängigkeit jedoch erst dadurch zustande kommt, dass Inhalte im Vorfeld sprachlich erörtert und erfasst wurden (Leisen, 2005). Weiters wird dabei auch vernachlässigt, dass komplexere naturwissenschaftliche Inhalte häufig sehr abstrakt und gar nicht unmittelbar beobachtbar sind, und daher nicht ohne sprachliche Mittel erfasst werden können (Carlsen, 2007). Vielmehr müssen sich Lernende Konzepte und die dazu passende Sprache zugleich aneignen, um Inhalte zu verstehen und Wissen verhandeln zu können. Dies setzt fachspezifisches lexikalisches, syntaktisches und semantisches Wissen voraus.

Im Sachunterricht der Primarstufe stellt die Alltagssprache den Ausgangspunkt der fachlichen Kommunikation über naturwissenschaftliche Inhalte dar. Ausgehend von einem gemeinsamen Kontext und gemeinsamen deiktischen Mitteln, wobei hier Experimente die Unmittelbarkeit begünstigen, ist die Alltagssprache das Kommunikationsmittel, um die Lerner*innen in ihrer Lebenswelt abzuholen. Fachkompetenz erschöpft dich allerdings nicht darin, über naturwissenschaftliche Konzepte in Alltagssprache kommunizieren zu können, da dieser die notwendige Präzision, beispielsweise bei der Ein- und Abgrenzung von Bedeutungen, fehlt. Die nötige Präzision im sprachlichen Ausdruck kann erst durch Fach- und Bildungssprache ermöglicht werden. Dazu bedarf es spezifischer lexikaler, syntaktischer und diskursiver Elemente, um domänenspezifische sprachliche Handlungsanforderungen erfüllen zu können (Gebhart et al, 2017; Schmölder-Eibinger et al., 2018; Gogolin & Lange, 2011).

Sobald nämlich die Inhalte über den unmittelbaren Erlebniskontext hinausgehen und damit das Maß an Abstraktion zunimmt, wird die Verwendung komplexerer sprachlicher Mittel mit höherer sprachlicher Präzision in Form der Fach- und Bildungssprache notwendig (Gogolin & Lange, 2011). Schmölder-Eibinger et al. (2018) bezeichnen Bildungssprache als „kulturelles Kapital und die Bedingung für eine umfassende Teilhabe an allen Bereichen der Gesellschaft.“

Die Sprache im naturwissenschaftlichen Sachunterricht und damit auch beim naturwissenschaftlichen Experimentieren und Forschen ist daher immer eine Schnittmenge aus Alltags-, Bildungs- und zielgruppenadäquater Fachsprache (Abb. 1).

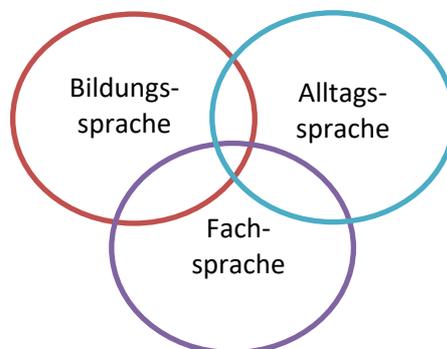


Abbildung 1: Sprache beim naturwissenschaftlichen Sachunterricht und beim Experimentieren (vgl. Harmer & Anton, 2024) (eigene Darstellung)

Gogolin & Lange (2011) fassen die Besonderheiten naturwissenschaftlicher Fach- und Bildungssprache auf drei unterschiedlichen Ebenen zusammen: auf lexikalisch-semantischer, auf syntaktisch-textueller und auf diskursiver Ebene.

Lexikalisch-semantische Merkmale	Syntaktisch-textuelle Merkmale	Diskursive Merkmale
differenzierende, abstrahierende Ausdrücke	explizite Markierung der Textkohäsion (z.B. anaphorische Personalpronomen)	klare Festlegung der Sprecherrollen

Präfixverben mit untrennbarem Präfix	Satzgefüge	oft monologische Formen
Kompositabildung/nominale Zusammensetzungen	unpersönliche Konstruktionen (z.B. Passiv oder „man“-Formulierungen)	typische, fachspezifische Textsorten
normierte Fachtermini	Funktionsverbgefüge	Sachlichkeit
	umfängliche Attribute	logische Gliederung

Tabelle 1: Überblick über die (fach-)sprachlichen Hürden im Chemieunterricht (Gogolin & Lange, 2011)

Auf lexikalisch-semantischer Ebene zeichnen sich Fach- und Bildungssprache durch differenzierende und abstrahierende Ausdrücke aus. Dazu zählen insbesondere die normierte Fachterminologie (z.B. *Dichte*), die Kompositabildung und dabei v.a. nominale Zusammensetzungen (z.B. *Oberflächenspannung*), aber auch die durch Derivation entstehenden Adjektive (z.B. *sichtbar*) und Präfixe bei Verben, v.a. mit untrennbarem Präfix (z.B. *enthalten*), sowie reflexive Verben mit trennbarem Präfix (z.B. *sich ausdehnen*).

Auf syntaktisch-textueller Ebene finden sich komplexe Satzgefüge (z.B. Kausalsätze mit *weil*, Konditionalsätze mit *wenn*), unpersönliche (grammatische) Konstruktionen (z.B. Passivkonstruktionen), Funktionsverbgefüge, in denen die Bedeutung weitgehend vom Verb auf ein Substantiv verlagert wird und das Verb selbst lediglich als Funktionsverb fungiert (z.B. *eine Beobachtung machen*), umfängliche Attribute (z.B. *eng beieinanderliegende Teilchen*) sowie anaphorische Personalpronomen (z.B. *Dinge schwimmen, weil sie leicht sind und weil sie mit Luft gefüllt sind.*).

Zu den diskursiven Merkmalen von Fach- und Bildungssprache zählen die oft monologische Sprache, typische Textsorten wie Protokolle, Berichte und/oder Erörterungen sowie die hohe Sachlichkeit und damit die hohe Informationsdichte der geschriebenen, aber auch gesprochenen Sprache.

2.2 Forschend-entdeckendes Lernen im Sachunterricht

Forschend-entdeckendes Lernen im Sachunterricht soll den Schüler*innen ein grundlegendes Verständnis für wissenschaftliches Arbeiten vermitteln. Durch eigene Erfahrungen, Beobachtungen und Experimente sollen die Lerner*innen aktiv Wissen konstruieren und dabei auch den Weg des Erkenntnisgewinns reflektieren. Typischerweise folgt der forschend-entdeckende Unterricht einem zyklischen Modell, das sich an wissenschaftlichen Arbeitsweisen orientiert, in dem sich Phasen des Denkens und Handelns zyklisch abwechseln:

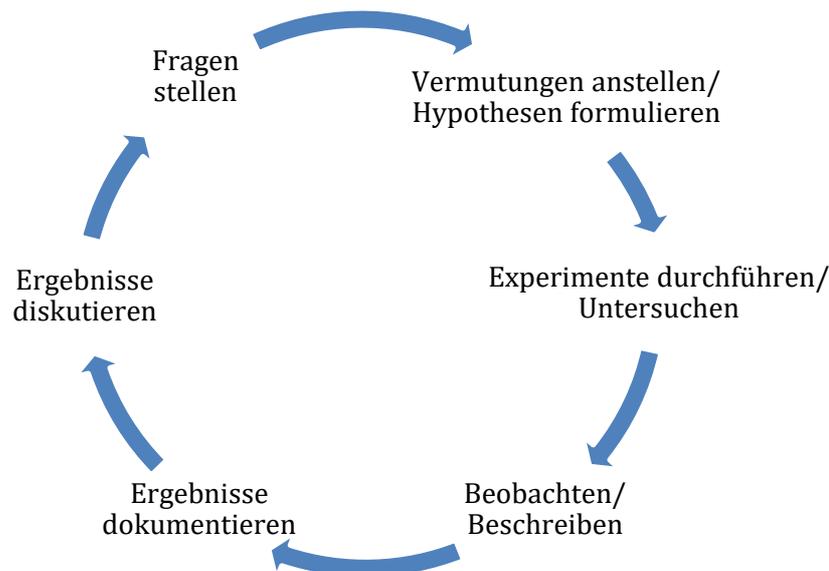


Abbildung 2 Forschungskreislauf (nach Stiftung Kinder forschen, 2024) (eigene Darstellung)

Ausgehend von Beobachtungen oder Phänomenen im Alltag stellen die Lerner*innen implizit oder explizit Fragen. Dieser Schritt kann durch gezielte Impulse der Lehrkraft unterstützt und gegebenenfalls geleitet werden. Anschließend überlegen die Lernenden, welche Erklärungen für das jeweils beobachtete Phänomen möglich sind, bilden Hypothesen und formulieren diese Vermutungen. Dieser Phase folgt dann die Phase des Experimentierens und Untersuchens. Ziel dieser Phase ist es, dass Lerner*innen passende Daten sammeln, um Antworten auf die zuvor gestellten Fragen geben zu können. Durch eigenständige und/oder angeleitete Experimente überprüfen die Lerner*innen ihre Hypothesen. Dabei arbeiten sie mit verschiedenen Materialien und Methoden, die entweder selbst gewählt oder von der Lehrperson angeregt wurden. Auf Basis der Beobachtungen aus den Experimenten formulieren die Lerner*innen Schlussfolgerungen (Marquart-Mau, 2011; Bertsch, 2016). Die so gewonnenen Erkenntnisse werden im Anschluss festgehalten und reflektiert.

Die Dokumentation kann auf unterschiedliche Art, beispielsweise durch Zeichnungen, Tabellen oder kurze Texte, erfolgen. Im Fokus des Sachunterrichts steht dabei nicht die formale Schreibkompetenz sondern der kommunikative Aspekt der Experimente. Abschließend werden die Ergebnisse von den Lerner*innen präsentiert, in der Gruppe diskutiert und gegebenenfalls gemeinsam auf andere Kontexte übertragen (Marquart-Mau, 2011).

Zu den typischen sprachlichen Standardsituationen des forschend-entdeckenden Unterrichts zählen das Beschreiben und Erklären, die Verbalisierung von Beobachtungen und Darstellungen sowie das Formulieren von Hypothesen und Vermutungen.

3 Studiendesign

3.1 Stichproben und Datenerhebung

Die vorliegende explorative Erhebung wurde an der PH Wien im Rahmen eines Forscher*innentags mit fünf forschend-entdeckenden Experimentierstationen zum Thema Wasser durchgeführt. Ziel der Erhebung war es, ein Korpus an schriftlichen und mündlichen Sprachprodukten von Primarstufenschüler*innen unterschiedlicher Alter- und Jahrgangstufen zu sammeln, um diese in Hinblick auf fach- und bildungssprachliche Merkmale nach Gogolin & Lange (2011) zu untersuchen.

Die Stichprobe (n=20) umfasste Schüler*innen einer Mehrstufenklasse einer niederösterreichischen Volksschule im Wiener Umland. Die Verteilung der Schüler*innen auf die unterschiedlichen Jahrgänge innerhalb der Mehrstufenklasse gestaltete sich wie folgt:

Schulstufe	Stichprobengröße	Anmerkung
1	$n_1=3$	
2	$n_2=6$	
3	$n_3=7$	3 S*S mit SPF
4	$n_4=4$	

Tabelle 2: Aufschlüsselung der Stichprobe nach Schulstufen (eigene Darstellung)

Die Analyse der Sprachdaten erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2019), wobei die für die Datenauswertung herangezogenen mündlichen und schriftlichen Sprachprodukte Aufzeichnungen zur verwendeten Lexik von Schüler*innen während des Experimentierens, die von den Schüler*innen erstellten schriftlichen Dokumentationsblätter sowie Sprachaufzeichnungen aus der Ergebnispräsentationsphase umfassten.

3.2 Der Forscher*innentag

Der Forscher*innentag basiert auf dem Konzept „Kinder als Naturforscher“ von Lehner-Simonis (2016). Dabei gestalten Studierende der Pädagogischen Hochschule Wien experimentbasierte, forschend-entdeckende Lerngelegenheiten zu einem vorgegebenen Thema, die dann mit einer Volksschulklasse erprobt werden. Ziel eines Forscher*innentags ist einerseits die theoretische und praktische Annäherung angehender Primarstufenpädagog*innen an das forschend-entdeckendem Lernen im Zuge der eigenen Professionalisierung, andererseits auch das Angebot an Schüler*innen eingeladener Volksschulklassen, themenbezogen, handlungsorientiert zu forschen.

Ein Forscher*innentag dauert etwa drei Stunden und gliedert sich in drei Phasen: die Kennenlernphase, die Experimentier- und Konsolidierungsphase und die Ergebnispräsentationsphase. Während der Kennenlernphase wird der Thementag vorgestellt und situativ eingebettet. Die Datenerhebung erfolgte an einem Forscher*innentag zum Thema Wasser. In

diesem Fall erfolgte die situative Einbettung über die Begegnung mit einem fiktiven Clownfisch, der Näheres über die physikalischen Eigenschaften von Wasser und die sich daraus ergebenden Anwendungsmöglichkeiten für den Menschen erfahren wollte.

In der Experimentier- und Konsolidierungsphase wurden fünf altersheterogene Schüler*innenteams gebildet, die drei von fünf unterschiedliche Forschungsangebote zum Thema Wasser ausprobieren konnten. Die Forschungsangebote wurden von den Studierenden gestaltet und umfassten die Themen Schwimmen/Sinken, Oberflächenspannung, Aggregatzustände, Wetter und die Taucherglocke. Jedes Forschungsangebot gestaltet sich um eine Forschungsfrage, die es mit Hilfe von Experimenten zu beantworten gilt. Ausgehend von der Forschungsfrage müssen die Schüler*innen entsprechend dem Forschungskreislauf (Abbildung 2) Hypothesen aufstellen, das Experiment planen, durchführen und dokumentieren und Erklärungen zur Beantwortung der Forschungsfragen finden. Die abschließende Ergebnispräsentationsphase bietet den Schüler*innen einen authentischen Sprechlass, um ihre Erkenntnisse den Mitschüler*innen und auch dem Clownfisch, der ja nicht Teil der Experimentierphase war, zu präsentieren und darüber zu diskutieren.

Abgesehen von der Kennenlernphase wurden in allen Phasen des Forscher*innenvormittags mündliche und schriftliche Sprachprodukte mittels Sprachaufzeichnungen gesammelt.

3.3 Datenauswertung

Das Sprachdatenkorpus wurde mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2019) durch konsensuelles Kodieren ausgewertet. Dafür wurden auf Grundlage der Merkmale von Bildungssprache (Gogolin & Lange, 2011) deduktiv Kategorien für die Analyse der Sprachdaten der Lernenden gebildet (siehe Tabelle 3), wobei die diskursive Ebene nicht berücksichtigt wurde, da das Analysekorpus keine entsprechenden Sprachdaten beinhaltet.

K		Kodierregel	Unterkategorie	Ankerbeispiel
K1	Lexikalisch- semantische Ebene	Kodiert werden Textsegmente, die die Definitionsmerkmale von Bildungssprache auf lexikalisch-semantischer Ebene aufweisen	differenzierende, abstrahierende Ausdrücke	die mittleren gegenstände sinken weil Mittall sehr schwer ist. (<i>Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 4</i>)
			Präfixverben	enthalten (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 7</i>)
			nominale Zusammensetzungen	sie schwimmen weil sie leicht sind (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 6</i>)
			normierte Fachtermini	wegen der Oberflächenspannung (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 4</i>)

			Kompositabildung	Es gibt einen Wasserkreislauf (<i>Transkript_SchülerInnen, Pos. 23</i>)
			polysemes Verb	sie schwimmen weil sie leicht sind (<i>Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 4</i>)
			Komplexe Präposition	wegen dem Gewichtsunterschied (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 4</i>)
K2	Syntaktisch-textuelle Ebene	Kodiert werden Textsegmente, die die Definitionsmerkmale von Bildungssprache auf syntaktischer und textueller Ebene aufweisen.	explizite Markierung von Textkohäsion (z.B. anaphorische Personalpronomen)	Büroklammer ist zu leicht, deswegen sinkt sie nicht. (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 2</i>)
			komplexe Satzgefüge	Die Flasche sinkt nicht, weil Luft drinnen ist. (<i>Transkript_Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 2</i>)
			unpersönliche Konstruktionen (z.B. Vorgangs- bzw. Zustands-passiv oder passivähnliche Konstruktionen)	Die Flasche ist mit Luft gefüllt (<i>Sprachproduktion beim Experimentieren, Pos. 2</i>)

Tabelle 3: Kodierleitfaden für die Analyse der sprachlichen Äußerungen (eigene Darstellung)

4 Ergebnisse

Aus dem Korpus mündlicher und schriftlicher Textprodukte konnten 79 Äußerungen mit Merkmalen auf lexikalisch-semantischer Ebene (Abbildung 3) und 21 Äußerungen mit Merkmalen auf syntaktisch-textueller Ebene (Abbildung 4) identifiziert werden.

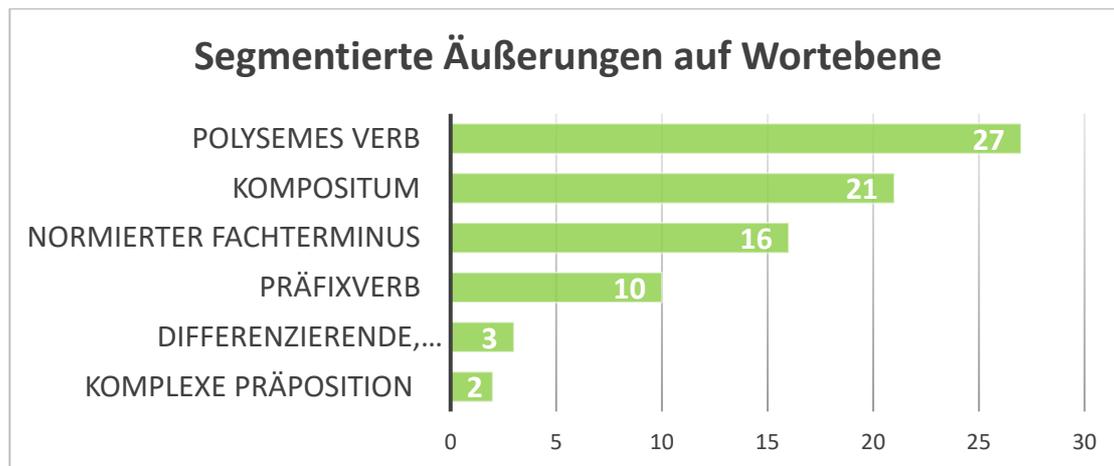


Abbildung 3: Übersicht segmentierter Sprachäußerungen mit lexikalisch-semantischen Merkmalen von Bildungssprache nach Gogolin & Lange (2011) (eigene Darstellung)

Abbildung 3 macht deutlich, dass die Schüler*innen auf der Wortebene kaum Schwierigkeiten hatten, die Bedeutung polysemer Verben (vor allem des Verbs *schwimmen*) von der alltags-sprachlichen Bedeutung ausgehend zu erweitern und fachsprachlich und konzeptuell korrekt im forschend-entdeckenden Lernsetting anzuwenden. Im Vergleich dazu kam es weit weniger häufig zur Verwendung differenzierender, abstrahierender Begriffe zugunsten von alltags-sprachlichen Formulierungen. Im konkreten Fall bedeutet das, dass eher die alltags-sprachliche Formulierung *untergehen* anstelle des differenzierenden Begriffs *sinken* verwendet wurde. Häufig konnte dagegen die Verwendung normierter Fachtermini und Komposita kodiert werden. Dies lässt die Vermutung zu, dass ein Neuerwerb von Fachbegriffen und die Begriffs- und Konzepterweiterung von alltags-sprachlicher Bedeutung hin zu fachsprachlicher Bedeutung für die Lernenden in der untersuchten Stichprobe leichter zu bewältigen ist, als differenzierende, fachsprachliche Begriffe zu verwenden, wenn bereits alltags-sprachliche Begriffe mit ähnlichen kommunikativen Möglichkeiten im mentalen Lexikon existieren.

Auf der syntaktisch-textuellen Ebene zeigt sich, dass das Experimentieren komplexe Nebensatzkonstruktionen (Kausalsätze, Konditionalsätze, Nebensätze mit der Konjunktion *dass*) evoziert, bei denen explizite Markierungen der Textkohäsion auch durch anaphorische Personalpronomen angezeigt werden. Darüber hinaus wurden mehrfach unpersönliche Formulierungen mit *man* und sogar Passivkonstruktionen im Textkorpus identifiziert, obwohl derartige Äußerungen durch die Aufgabenstellungen nicht direkt elizitiert wurden (vgl. Abbildung 4).

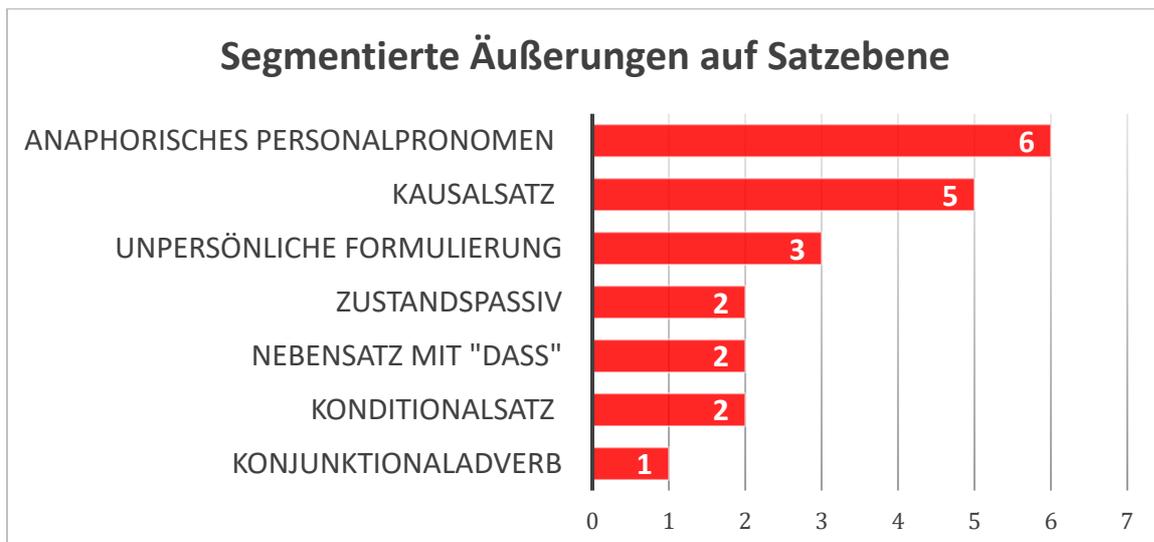


Abbildung 4: Übersicht segmentierter Sprachäußerungen mit syntaktisch und textuellen Merkmalen von Bildungssprache nach Gogolin & Lange (2011) (eigene Darstellung)

In Hinblick auf die im Lehrplan geforderte Verknüpfung von sprachlichem und sachlichem Lernen wird deutlich, dass ergebnisoffen formulierte Aufgabestellungen (XY schwimmt/sinkt. Warum ist das so?) in der Grundstufe 1 überwiegend Äußerungen elizitieren, die spezifische Informationen (specific information; vgl. Green, 2017) enthalten, die sprachlich die lexikalische Ebene fokussieren. In der Grundstufe 2 werden auch größere Sinnzusammenhänge (main ideas; vgl. Green, 2017) erfasst und fachsprachlich wiedergegeben. (Tabelle 4). Dies lässt sich unter anderem auch aufgrund der Sprachentwicklung der Lernenden erklären, bei der es zu einer Zunahme der Komplexität von Propositionen ab der 3. Klasse kommt (Festman et al., 2023).

Äußerung	Fachlich	Stufe
leicht schwer	SI	GS 1
Es könnte eine große Büroklammer sinken.	SI	GS 1
Und was schwimmen kann, ein kleine Büroklammer. So eine ganz leichte Sache.	SI, MISD	GS 2
sie schwimmen weil sie leicht sind und weil sie mit luft gefüllt sind	MISD	GS2

Tabelle 4: Verknüpfung von Sprachlichkeit und Fachlichkeit (eigene Darstellung)

5 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend zeigen die erhobenen Daten, dass die Lernenden beim Experimentieren eine bemerkenswert differenzierte Sprache verwenden. Besonders auffällig ist die korrekte terminologische und konzeptuelle Anwendung polysemer Verben sowie die Nutzung von Fachtermini und zusammengesetzten Wörtern. Darüber hinaus weisen die Sprachäußerungen

eine gewisse syntaktische Komplexität auf, etwa durch die Verwendung von Kausal-, Konditional- und Nebensätzen mit der Konjunktion *dass*, in denen sogar anaphorische Personalpronomen angewendet werden. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass experimentelle Tätigkeiten nicht nur fachliches Lernen fördern, sondern auch die Verwendung bildungssprachlicher Strukturen begünstigen. Damit zeigt sich auch, dass die vermeintliche Spracharmut des Experimentierens nicht empirisch belegbar ist.

Die vorliegende Untersuchung zeigt trotz ihrer Einschränkungen in Hinblick auf die geringe Größe der Stichprobe, dass das Experimentieren im Sachunterricht nicht nur den Erwerb fachlicher Kompetenzen, sondern auch spezifische sprachliche Strukturen und Ausdrucksweisen fördert. Darüber hinaus kann abgeleitet werden, dass das forschend-entdeckende Experimentieren nicht nur entscheidend zum Erreichen der Bildungsziele im Sachunterricht beiträgt, sondern auch eine wichtige Rolle für die Entwicklung fach- und bildungssprachlicher Handlungskompetenzen in der Primarstufe spielt. Es wird außerdem deutlich, dass bereits Schüler*innen der Primarstufe bildungssprachliche Kompetenzen entwickeln, die über den bloßen Erwerb und die Reproduktion von Fachvokabular hinausgehen.

Es konnte auch gezeigt werden, dass zentrale Fähigkeiten für die Naturwissenschaften eng an die Sprach(handlungs)kompetenz der Schüler*innen gekoppelt sind und damit die Annahme der naturwissenschaftlichen Spracharmut widerlegt werden kann. Besonders deutlich wird dies in Bezug auf Beobachtungs- und Beschreibungsfähigkeiten, Argumentations- und Erklärungsfähigkeiten und Dokumentationsfähigkeiten. Das präzise Erfassen und Verbalisieren von Phänomenen bilden eine Grundlage des naturwissenschaftlichen Arbeitens. Selbst die Beschreibung einfacher Experimente wie Schwimmen/Sinken erfordert auf der lexikalisch-semanticen Ebene einen differenzierenden, abstrahierenden Wortschatz, inklusive Nominalkomposita und Fachtermini. Darüber hinaus muss unter Berücksichtigung der Polysemie von Verben zwischen Fach- und Alltagssprache unterschieden werden, um fachliche Konzepte erfassen zu können. Auf der syntaktisch-textuellen Ebene sind selbst bei einfachen Beschreibungen bereits unpersönliche Formulierungen notwendig, um den Ablauf von Experimenten sachgerecht darstellen zu können. Wenn es um die Argumentations- und Erklärungsfähigkeiten der Schüler*innen geht, wird außerdem deutlich, dass komplexe syntaktische Strukturen verwendet werden, um die Gedanken der Lerner*innen sprachlich zu strukturieren, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge darzustellen und Hypothesen zu begründen.

Im nächsten Schritt ist eine Erweiterung der Datengrundlage geplant, um die gewonnenen Erkenntnisse auf eine breitere empirische Basis zu stellen und differenziertere Aussagen über die Sprache von Lernenden beim Experimentieren treffen zu können. Weiters ist der gezielte Vergleich sprachförderlicher und nicht sprachförderlicher Kontexte geplant, um jene Bedingungen zu identifizieren, die den Erwerb fachlicher und sprachlicher Kompetenzen besonders unterstützen. Ein weiterer zentraler Aspekt künftiger Forschung wird in der Untersuchung des Zusammenspiels von Sprachkompetenz und Fachwissen liegen. Hierfür bietet das Modell zur Wortschatzverankerung nach dem Konzept des Labelling, Packaging, Networking von Aitchison (2012) einen hilfreichen Ausgangspunkt, um die kognitiven und sprachlichen Prozesse der

Wissensentwicklung, ausgehend vom mentalen Lexikon der Lernenden, beim Experimentieren systematisch analysieren zu können.

Auf Basis dieser weiterführenden Untersuchungen sollen schließlich konkrete Fördermaßnahmen abgeleitet werden, die sowohl auf sprachliche als auch auf fachliche Lernprozesse abgestimmt sind, um Lernende so gezielt bei der Entwicklung von Fachkompetenz und der damit verbundenen Sprachhandlungskompetenz durch Experimente unterstützen zu können.

Literatur

- Aitchison, J. (2012). *Words in the mind: An introduction to the mental lexicon*. John Wiley & Sons.
- Bertsch, C. (2016). *Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht – Theoretische Grundlagen und Rahmenbedingungen in Österreich*. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts eV. S. 9–28.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) (2023). *Lehrplan Sachunterricht (Volksschule)*. <https://www.paedagogikpaket.at/component/edocman/242-lehrplan-2/download.html?Itemid=0>
- Carlsen, W. (2007). Language and Science Learning. In: Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (Eds.). *Handbook of research on science education*. Routledge.
- Festman, J., Gerth, S., Mairhofer, M., & Reiter C. (2023). *Texte verfassen in der Primarstufe. Theorie und Praxis für erste Schreibprozesse, Textproduktion und Schreibdidaktik*. Waxmann.
- Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). Naturwissenschaft und Sprache. *Pädagogik der Naturwissenschaften: Ein Studienbuch*, S. 107–124.
- Gogolin, I., & Lange, I. (2011). Bildungssprache und durchgängige Sprachbildung. *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*, S. 107–127.
- Leisen, J. (2005). Zur Arbeit mit Bildungsstandards. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 58(5).
- Gottwald, A. (2015). *Sprachförderndes Experimentieren im Sachunterricht: Wie naturwissenschaftliches Arbeiten die Sprache von Grundschulkindern fördern kann*. Springer-Verlag.
- Green, R. (2017). *Designing listening tests: A practical approach*. Palgrave Macmillan.
- Harmer, S. P., & Anton, M. (2024). Chemie sprach- und kultursensibel lehren und lernen. In: *Sprachen. Vielfalt fördern: Zukunftsperspektiven für die Qualitätsentwicklung in der Pädagog*innenbildung*. epubli GmbH, S. 123–136.
- Kuckartz, Udo (2019). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa.
- Lehner-Simonis, C. (2016). Kinder als Naturforscher/innen – KaN. *Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts eV*. S. 77–84.
- Marquart-Mau, B. (2011). Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht. Fachblick von Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau. In: Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.). *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima(r)forscher*. Berlin: Deutsche Kinder- und Jugendstiftung, S. 32–38.
- Michalak, M., & Winter, E. (2024). Aufgabenauswahl für die Förderung bildungssprachlicher Kompetenzen bei Neuzugewanderten in der Sekundarstufe I am Beispiel des Projektes ForEST. Eine längsschnittliche Analyse. In: *Aufgabenstellungen für sprachlich heterogene Gruppen: Perspektive auf DaZ- und Regelunterricht*. Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 157–189.
- Riebling, L. (2013). *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht: eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität*. Waxmann Verlag.

- Schmölzer-Eibinger, S., Dorner, M., Langer, E., Helten-Pacher, M. (2018). *Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Fillibach bei Klett.
- Spreer, M., & Theisel, A. (2023). *Sprachförderung im Unterricht der Sekundarstufe 1*. Ernst Reinhardt Verlag.
- Vygotskij, L. S. (1934/2002). *Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen*. Beltz Verlag.