

Entwicklung eines Analyseinstruments zur Erfassung der sprachlichen und fachlichen Qualität von Versuchsprotokollen

Bernhard Müllner^{1,2} & Andrea Möller¹

bernhard.muellner@univie.ac.at – andrea.moeller@univie.ac.at

¹ Universität Wien, AECC-Biologie
Porzellangasse 4/2/2, 1090 Wien

² Pädagogische Hochschule Wien
Grenzackerstraße 18, 1100 Wien

Zusammenfassung

*Der Biologieunterricht hat die Aufgabe, Lernende in ihrer fachbezogenen Sprach- und Kommunikationskompetenz zu fördern. Eine Möglichkeit dieser Aufgabe gerecht zu werden, bietet die Textsorte des Versuchsprotokolls. Dabei ist zu beachten, dass Schüler*innen beim Verfassen eines Versuchsprotokolls auf bildungssprachliche Mittel zurückgreifen müssen, die kognitiv anspruchsvoll und herausfordernd sind. Um herauszufinden, welche bildungssprachlichen Herausforderungen das Protokollieren an die Lernenden stellt, wurde im Rahmen dieser Studie ein Analyseinstrument entwickelt, welches die sprachliche und fachliche Qualität von Versuchsprotokollen erfassen soll. In einem ersten Schritt der in ein Dissertationsprojekt eingegliederten Studie soll die Genese des entwickelten Analyseinstruments beschrieben und dessen Endprodukt evaluiert werden.*

Abstract

The responsibility of biology education is to promote learners both in their context-based language competences as well as in their communication skills. One of the options to achieve this goal is the usage of a certain text type, namely test protocols. It is crucial to bear in mind that during the process of writing these test protocols learners have to make use of intellectually challenging linguistic structures. For this study, an analytical tool was developed in order to obtain information linked to the challenge learners face when they are obliged to use language of schooling in their test protocols. The tool is meant to measure the linguistic and subject-specific qualities of these protocols. Being part of a study which belongs to a dissertation project, the genesis of this analytical tool will be described in detail and its final product will be evaluated.

1 Einleitung

Sprachbarrieren sind für Schüler*innen mit Deutsch als Zweit- und Erstsprache ein zentrales Lernhindernis im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dies geht unter anderem aus internationalen Vergleichsstudien wie PISA und IGLU sowie aus der naturwissenschafts- und sprachdidaktischen Literatur hervor (vgl. u. a. GOGOLIN & LANGE, 2011; NITZ et al. 2012; TAJMEL, 2017a; MÜLLNER & SCHEUCH, 2017). Ursachen dieser Sprachbarrieren können darauf zurückgeführt werden, dass sich die Sprache der (Natur-)Wissenschaften wesentlich von jener Sprache unterscheidet, auf die die Schüler*innen im Zuge ihrer alltäglichen Kommunikation zurückgreifen (GOGOLIN & LANGE, 2011). Das Sprachregister der alltäglichen Sprache wird unter dem Begriff *Alltagssprache* gefasst (TAJMEL, 2017b). Die Anforderungen, die die Sprache der (Natur-)Wissenschaften für Schüler*innen im Fachunterricht stellt, werden in der deutschen Sprachdidaktik als *Bildungssprache* bezeichnet (GOGOLIN & LANGE, 2011). Bildungssprache ist demnach „eine Art, Sprache zu verwenden, die durch die Ziele und Traditionen der Bildungseinrichtungen [Anm. gemeint sind Institutionen wie Schule oder Universität] geprägt ist“ (REICH, 2008). Aufgabe der Schule ist es, einen Übergang von der Alltags- zur Bildungssprache zu schaffen, da eine mangelnde Beherrschung der Bildungssprache mit über schulischen (Miss-)Erfolg entscheidet (GOGOLIN & LANGE, 2011). Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, Sprachbildung „als Querschnittsaufgabe in allen Fächern“ (HEINTZE, 2009) zu verstehen. Für den Biologieunterricht heißt das, Schüler*innen in ihrer fachbezogenen Sprach- und Kommunikationskompetenz zu fördern (NITZ, 2016), damit diese „diskursfähig mit den Naturwissenschaften“ (WELLINGTON & OSBORNE, 2001) werden, das heißt, die Sprache der Naturwissenschaften verstehen und nutzen lernen.

Eine Möglichkeit den beiden Forderungen – nämlich sowohl den Übergang von der Alltags- zur Bildungssprache als auch die Förderung einer fachbezogenen Sprach- und Kommunikationskompetenz – im Biologieunterricht gerecht zu werden, bietet die Textsorte des Versuchsprotokolls (BAYRAK et al., 2015). Dabei ist zu beachten, dass das Verfassen eines Versuchsprotokolls aufgrund seiner Orientierung an bildungssprachlichen Maximen für Schüler*innen sprachlich herausfordernd ist (PINEKER-FISCHER, 2017). Ziel der vorliegenden Studie ist es, ein Analyseinstrument zu entwickeln, welches die Qualität von Versuchsprotokollen, die im Rahmen von experimentellen Arbeiten im Biologieunterricht entstanden sind, erfassen kann, um in der Folge herauszufinden, welche bildungssprachlichen Herausforderungen das Verfassen eines Versuchsprotokolls an die Schüler*innen stellt. Die hier vorgestellte Studie ist Teil des Dissertationsprojekts „*doing science <> talking science*“, das es sich zum Ziel macht, unter der Synthese der Ansätze zum *Forschenden Lernen* (MAYER

& ZIEMEK, 2006) und zur *Durchgängigen Sprachbildung* (HEINTZE, 2009) eine sprachensible Lehr-Lernumgebung für den Biologieunterricht zu schaffen. Die Ergebnisse der analysierten Versuchsprotokolle sollen als Grundlage für die Entwicklung sprachsensibler Unterstützungswerkzeuge dienen, die im Rahmen des Dissertationsprojekts erprobt sowie hinsichtlich ihrer Sprach- und Lernförderlichkeit beforcht werden.

2 Theorie

2.1 Naturwissenschaften zur Sprache bringen

Sprachbezogene Tätigkeiten nehmen nach einer Studie von TENOPIR und KING (2004) etwa zwei Drittel der Arbeitszeit eines Wissenschaftlers bzw. einer Wissenschaftlerin ein. Die Produktion (Schreiben und Sprechen) sowie Rezeption (Lesen) von Sprache sind zentrale Werkzeuge wissenschaftlicher Tätigkeiten. NORRIS & PHILLIPS (2002) weisen außerdem darauf hin, dass Sprache in der Naturwissenschaft nicht nur als Werkzeug zu verstehen ist, sondern eine fundamentale Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung besitzt, woran sich auch der Unterricht in der Schule zu orientieren hat:

„[...] reading and writing do not stand only in a functional relationship with respect to science, as simple tools for the storage and transmission of science. Rather, the relationship is a constitutive one, wherein reading and writing are constitutive parts of science. [...] Reading and writing are inextricably linked to the very nature and fabric of science, and, by extension, to learning science” (NORRIS & PHILLIPS, 2003).

Für Schüler*innen kann Sprache jedoch eine große Hürde im naturwissenschaftlichen Unterricht darstellen, da sich, wie bereits SCHLEPPEGRELL (2001) erkennt, „spoken interaction[s]“ von „school-based texts“ aufgrund ihrer sprachlichen Mittel unterscheiden. Das für den Bildungserfolg entscheidende Sprachregister, die Bildungssprache (s. Kapitel 1), greift auf sprachliche und übersatzmäßige Mittel zurück, die „eng an die schriftförmige Sprache gebundene Fähigkeiten enthalten, die kognitiv anspruchsvoll und abstrakt sind“ (GOGOLIN & DUARTE, 2016). GOGOLIN & DUARTE (2016) sowie MOREK & HELLER (2012) – unter Verweis auf bisherige Forschungsergebnisse – identifizieren lexikalisch-semantische, syntaktische und diskursive Indikatoren der deutschen Bildungssprache, die sich von sprachlichen und übersatzmäßigen Mitteln, auf die die Schüler*innen in ihrer alltäglichen Kommunikation zurückgreifen, unterscheiden. Diese in Tabelle 1 aufgezeigten bildungssprachlichen Merkmale können nach NITZ et al. (2012) über symbolische (Strukturformeln, Reaktionsgleichungen, Summenformeln), verbale (Fachtexte) und bildliche Repräsentationsformen (realistische & logische Bilder) kommuniziert werden, wobei diese

Repräsentationsformen wiederum „auf Ebenen unterschiedlicher Abstraktion“ (LEISEN, 2005) liegen. So weist die bildliche Repräsentationsform das niedrigste, die symbolische Repräsentationsform hingegen das höchste Abstraktionsniveau auf.

Tabelle 1: Indikatoren der deutschen Bildungssprache (verändert nach GOGOLIN & DUARTE, 2016; MOREK & HELLER, 2012)

A) Lexikalisch-semantische Merkmale	
Sprachliche Mittel	Beispiele
Fachvokabular	<i>Pupille, Keimung, Rezeptoren, Papille</i>
nichtfachliche Fremdwörter	<i>Definition, Hypothese</i>
Abkürzungen und Akronyme	<i>DNA, mRNA, HIV</i>
Nominalisierung	<i>Kreuzung, Verdunklung, Messung</i>
Komposita	<i>Zellmembran, Belichtungsdauer</i>
Operatoren	<i>beschreiben, analysieren, interpretieren</i>
B) Syntaktische Merkmale	
Sprachliche Mittel	Beispiele
Unpersönliche Konstruktionen	<i>Es zeigt sich ..., Man geht davon aus ...</i>
Passivkonstruktionen	<i>Die erste Mutation wird vererbt.</i>
Tempus (z. B. Präsens beim Versuchsprotokoll)	<i>Der Versuchsleiter hält ein 30-cm-Lineal senkrecht mit zwei Fingern am oberen Ende.</i>
komplexe Satzgefüge (z. B. Kausalsätze mit Verbendstellung)	<i>Man sucht nach Alternativen, weil die Gewinnung embryonaler Stammzellen durch Klonen ethische Probleme aufwirft.</i>
Kohäsionsmarkierungen (z. B. Junktoren, Konnektivpartikel)	<i>Zwar konnte man den Schädel rekonstruieren, ob Sahelanthropus tchadensis allerdings aufrecht ging, ist indes nicht klar.</i>
Umfangreiche Attribute	<i>Über die gelenkig miteinander verbundenen Gehörknöchelchen ...</i>
C) Diskursive Merkmale	
Übersatzmäßige Mittel	Beispiele
Monologische Formen	<i>Referat, Aufsatz</i>
Fachgruppentypische Textsorten	
▪ lineare Texte	<i>Versuchsprotokoll, Ethogramm</i>
▪ nicht-lineare Texte	<i>Diagramm, Tabelle, Zeichnung, Fotografie</i>
Stilistische Konventionen	<i>Sachlichkeit, logische Gliederung</i>

Aufgabe eines sprachsensiblen Unterrichts ist es, Repräsentationsformen zu wechseln, damit naturwissenschaftliche Konzepte von den Schüler*innen leichter und besser verstanden werden (LEISEN, 2005). Aber auch auf fachlicher Ebene ist die Arbeit mit unterschiedlichen Repräsentationsformen im Unterricht unerlässlich, da erst durch das Erschließen, die Interpretation, Konstruktion und Transformation von Informationen aus bildlichen, verbalen und symbolischen Repräsentationen der Aufbau eines „konzeptuellen Verständnisses naturwissenschaftlicher Inhalte und deren Kommunikation“ (KREY & SCHWANEWEDEL, 2018) möglich ist.

2.2 Wissenschaftliches Denken und Sprache

Neben der Vermittlung von Fachinhalten hat der Biologieunterricht die Aufgabe, Kompetenzen des wissenschaftlichen Denkens zu fördern. Diese Kompetenzen sind sowohl in den deutschen Bildungsstandards (KMK, 2005) als auch im österreichischen Naturwissenschaftlichen Kompetenzmodell (bifie, 2011) verankert. Nach MAYER (2007) wird wissenschaftliches Denken als Problemlöseprozess beschrieben, der durch ein zielgerichtetes Denken und Handeln in jenen Situationen geprägt ist, in denen „keine routinierten Vorgehensweisen verfügbar sind“ (MAYER, 2007). Ein solcher Problemlöseprozess wird im Zuge der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung durchlaufen, die in die Teilkompetenzen Fragen formulieren, Hypothesen generieren, Untersuchungen planen sowie Daten analysieren und Schlussfolgerungen ziehen eingeteilt werden (MAYER, 2007). Diesen Teilkompetenzen liegen typische Sprachhandlungen wie *Beschreiben*, *Erklären* und *Argumentieren* zugrunde, die sich in ihrem kognitiven Niveau voneinander unterscheiden (s. Abbildung 1).

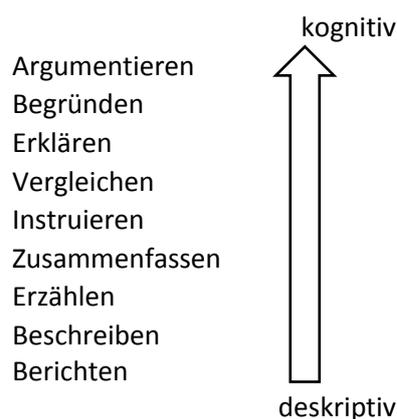


Abbildung 1: Sprachhandlungen (verändert nach PINEKER-FISCHER, 2017).

Während *Berichten* und *Beschreiben* als deskriptive Sprachhandlungen bezeichnet werden können, zählen *Erklären* und *Argumentieren* zu den „stärker kognitive[n]“ (REICH, 2011) Sprachhandlungen. Im Gegensatz zu deskriptiven werden stärker kognitive Sprachhandlungen später erworben (TRAUTMANN & REICH, 2008). Die angeführten Sprachhandlungen können des Weiteren nach

ihren sprachlichen sowie übersatzmäßigen Merkmalen (s. Tabelle 1) differenziert werden (TAJMEL, 2017a):

- *Beschreibungen* werden im Präsens geschrieben und beinhalten eine hohe Zahl an Adjektiven und Adverbien. Zudem geht der zeitliche Ablauf unter Einbezug temporaler Ausdrücke aus dem Text hervor.
- *Erklärungen* weisen verstärkt Kohäsionsmarkierungen in Form von Junktoren und Konnektivpartikeln auf. Zudem werden häufig Konditionalsätze (z. B. wenn ... dann) gebildet. Die Sätze weisen eine überdurchschnittliche Länge auf.
- *Argumentationen* stellen „logische Zusammenhänge, Ursachen und Folgen dar“ (BLÄNSDORF, 1978). Sie fördern unter anderem die Entwicklung von Begründungsstrategien und der kritischen Denkfähigkeit (ERDURAN & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2007). Es werden verstärkt Konditional- und Kausalsätze (z. B. weil ... / da ...) verwendet.

Für alle angeführten Sprachhandlungen gilt, dass diese sehr eng an die schriftförmige Sprache gebunden sind, auch wenn diese mündlich kommuniziert werden (TAJMEL, 2017a). Das stellt vor allem jene Schüler*innen vor Schwierigkeiten, in deren Elternhaus ein „Mangel an Schriftorientierung“ (GOGOLIN & LANGE, 2011) vorherrscht.

Neben den bereits angeführten Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung haben nach MAYER (2007) zudem auch noch das Methodenwissen, also das „Wissen über bzw. Verständnis für naturwissenschaftliche Methoden“ (ARNOLD et al., 2016), und das Inhaltswissen, also das Wissen über das im Zuge der Untersuchung behandelte biologische Phänomen, Einfluss auf die Qualität des wissenschaftlichen Denkens. Bisherige Studien in diesem Bereich (vgl. u. a. ARNOLD et al., 2013; VÖLZKE et al., 2013; ARNOLD et al., 2014; KREMER et al., 2019) konnten zeigen, dass Schüler*innen Schwierigkeiten im Bereich des Methodenwissens haben (z. B. fehlende Berücksichtigung der Messzeit und der Messwiederholung bei der Planung der Untersuchung sowie fehlendes Wissen darüber, wieso bestimmte Dinge beim Experimentieren getan werden).

Die Rolle der Sprache als Einflussfaktor auf die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung wurde bisher allerdings in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung weitgehend vernachlässigt (CERVETTI et al., 2006). Entscheidend in diesem Fall ist nämlich, wie bereits VOLLMER & THÜRMAN (2009) dargelegt haben, dass vor allem Schüler*innen mit Deutsch als Zweitsprache eine Diskrepanz zwischen dem Sagen- bzw. Schreiben-Wollen (= Inhaltskompetenz) und dem Sagen- bzw. Schreiben-Können (= Sprachkompetenz) erleben. Sprachliche Äußerungen der Lernenden bilden somit nicht notwendigerweise das Wissen über bestimmte (biologische oder methodische) Inhalte ab, wenn

ein niedriges Sprachniveau vorherrscht. Eine Studie von MÜLLNER & SCHEUCH (2017) zeigte, dass Schüler*innen im Biologieunterricht mit einem Vermeidungsverhalten auf die ihnen gegebenen Aufgaben reagieren, wenn sie mit der Diskrepanz zwischen Sagen-Wollen und Sagen-Können im Unterricht konfrontiert werden. Für den naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess ist es daher wichtig, mögliche sprachliche Stolpersteine von Schüler*innen auffindig zu machen, damit diese in weiterer Folge mit eigens dafür entwickelten Unterstützungswerkzeugen überwunden werden können.

2.3 Die Rolle des Versuchsprotokolls im naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess

Neben den bereits genannten Teilkompetenzen des Erkenntnisgewinnungsprozesses ist ebenfalls die Fähigkeit, Vorgehensweisen und Ergebnisse dieses Prozesses zu protokollieren, von Bedeutung (ROTH, 2013). Der Nutzen dieser Protokollierfähigkeit liegt vor allem in der Förderung des Problemlöse-, Erkenntnis- und Lernprozesses (ENGL et al., 2014), weil sich Schüler*innen beim Protokollieren „der einzelnen Denk- und Arbeitsschritte bewusst werden“ (GROPENGIEBER & KATTMANN, 2008). Es kann zudem angenommen werden, dass das Protokollieren eine Reduktion der von HMELO-SILVER (2004) kritisierten hohen Komplexität des Problemlöseprozesses bewirkt, da nach SCHMÖLZER-EIBINGER et al. (2012) durch das Schreiben – anders als beim Sprechen – eine Entschleunigung stattfindet, die „eine Verlangsamung und Bewusstmachung von Lernprozessen bewirkt“ sowie den Schreibenden mehr Zeit anberaumt, kohärente Äußerungen zu formulieren.

2.3.1 Abgrenzung einer naturwissenschaftlichen Textsorte

Das Versuchsprotokoll hat nach BAYRAK et al. (2015) die Funktion, den Erkenntnisgewinnungsprozess so zu protokollieren, dass sein „Ablauf nachvollzogen und von anderen reproduziert werden kann“. Anders als die Textsorte *Protokoll* im Deutschunterricht, in dem verbale Ereignisse (z. B. Gespräche) festgehalten werden, bezieht sich das Versuchsprotokoll aufgrund seiner Orientierung am naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess auf sogenannte „nicht-sprachliche Ereignisse“ (BREDE, 2016). Die Verschriftlichung nicht-sprachlicher Ereignisse verlangt von den Schüler*innen den Einsatz einer kontextunabhängigen Sprache. Das stellt Schüler*innen vor sprachliche Herausforderungen, da alltagssprachliche Formulierungen wie „hier geht was nach oben ...“ (QUEHL & TRAPP, 2013) nicht ausreichen, um den Erkenntnisgewinnungsprozess präzise und für andere verständlich zu dokumentieren. Die Lernenden müssen somit auf ihre bildungssprachlichen Ressourcen zurückgreifen, da nur dieses Sprechregister es aufgrund sprachlicher (z. B. Einsatz von Fachvokabular, Verwendung komplexer Satzgefüge) und übersatzmäßiger Mittel (z.

B. Einbindung von nicht-linearen Textsorten) vermag, nicht-sprachliche Ereignisse in sprachlicher Form wiederzugeben.

Tabelle 2: Formale und sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls

Protokollteil	Sprachhandlungen	sprachliche & übersatzmäßige Mittel
<p>Fragestellung <i>Es wird der Forschungsgegenstand benannt und eine Forschungsfrage nach dem kausalen Zusammenhang zweier Variablen entwickelt.</i></p>	-	<p><i>Entscheidungsfragen</i> „Können Kressesamen ohne Licht keimen?“ <i>Ergänzungsfragen</i> „Unter welchen Bedingungen können Kressesamen keimen?“</p>
<p>Hypothesenbildung <i>Es wird auf Basis der Forschungsfrage eine begründete Hypothese formuliert.</i></p>	<p><i>vermuten & erklären</i> Hypothesen werden aufgestellt und erklärt.</p>	<p><i>Konditionalsätze</i> „Wenn Kressesamen keinem Licht ausgesetzt sind, dann können sie nicht keimen.“</p>
<p>Durchführung <i>Die einzelnen Handlungsschritte des durchgeführten Versuchs werden unter Verwendung der eingesetzten Materialien und Methoden so beschrieben, dass diese reproduzierbar sind.</i></p>	<p><i>beschreiben</i> Handlungen werden präzise beschrieben.</p>	<p><i>unpersönliche Konstruktionen</i> „Man setzt die Kressesamen in die Erde ein.“ <i>Passivkonstruktionen</i> „Es werden die Kressesamen in die Erde eingesetzt.“ <i>temporale Ausdrücke</i> „Zuerst werden die Kressesamen in die Erde eingesetzt. Danach wird das Behältnis auf die Fensterbank gestellt.“ <i>Zeitform</i> Präsens</p>
<p>Datenauswertung <i>Die im Zuge der Versuchsdurchführung gewonnenen Daten werden unter Rückgriff auf verschiedene Repräsentationsformen aufbereitet.</i></p>	<p><i>beschreiben</i> Ergebnisse werden beschrieben.</p>	<p><i>Konjunktionalsätze</i> „Man kann beobachten/erkennen/hören, dass ...“ <i>Adjektive zur qualitativen Beschreibung der Ergebnisse</i> „Nach drei Wochen zeigen die Laubblätter eine purpurne Färbung.“ <i>nicht-lineare Texte</i> Einflechtung von Tabellen & Diagrammen, die quantitative Ergebnisse darstellen. <i>Zeitform</i> Präsens</p>
<p>Diskussion der Ergebnisse <i>Die in der Datenauswertung aufbereiteten Daten werden vor dem Hintergrund der zu Beginn aufgestellten Hypothese diskutiert und kritisch reflektiert.</i></p>	<p><i>argumentieren</i> Es werden logische Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen und dem theoretischen Wissen hergestellt.</p>	<p><i>Kausalsätze</i> „Die Laubblätter haben sich purpurfarben verfärbt, weil die Pflanze an einem Phosphormangel leidet.“</p>

ENGL et al. (2014) machen die Qualität eines Versuchsprotokolls an vier Kategorien fest: die äußere Gliederung, die Beziehung zwischen einzelnen Inhaltsbereichen, die korrekte Darstellung der Inhaltsbereiche und die Auswahl einer für den Inhaltsbereich passenden Repräsentationsform.

2.3.2 Formale und sprachliche Merkmale eines Versuchsprotokolls

Da sich das Versuchsprotokoll an der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung orientiert, gliedert es sich in Anlehnung an die Teilkompetenzen in folgende Teile: *Fragestellung*, *Hypothesenbildung*, *Durchführung*, *Datenauswertung* und *Diskussion der Ergebnisse*. Jeder dieser fünf angeführten Protokollteile verlangt nach bestimmten sprachlichen bzw. übersatzmäßigen Mitteln der Bildungssprache. In Anlehnung an ARNOLD et al. (2013), BEESE & ROLL (2015), BAYRAK et al. (2015) und TAJMEL (2017a) werden in Tabelle 2 formale und sprachliche Merkmale des Versuchsprotokolls zusammengeführt.

Aufgrund dieser formalen und sprachlichen Charakteristika der Versuchsprotokolle und der damit einhergehenden Abgrenzung zu verwandten Textsorten (s. Kapitel 2.3.1) ist es nach BREDE (2016) unumgänglich, die Protokollteile und deren Funktion zum Unterrichtsgegenstand zu machen und gezielt zu fördern. Für den Chemieunterricht haben BAYRAK et al. (2015) mit dem *Protokoll-Checker* bereits ein Förderinstrument entwickelt, das es den Schüler*innen möglich machen soll, ihre Versuchsprotokolle gemäß der Funktion der Teilkompetenzen zu verfassen und zu überarbeiten. Bisher unbeachtet bleibt in der einschlägigen Literatur, wie Versuchsprotokolle sowohl sprachlich als auch fachlich analysiert werden können, um darauf aufbauend einerseits Unterstützungswerkzeuge für das Verfassen von Versuchsprotokollen andererseits ein Diagnoseinstrument für Biologielehrkräfte zu entwickeln. Diese Lücke soll mit dieser Arbeit geschlossen werden.

3 Ziel und Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein Analyseinstrument für die Erfassung der sprachlichen und fachlichen Qualität von Versuchsprotokollen im Biologieunterricht zu entwickeln und zu evaluieren. Die Qualität der Versuchsprotokolle ergibt sich hierbei sowohl aus bildungssprachlichen Kompetenzen als auch aus Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Folgende Forschungsfrage leitet diese Untersuchung an:

*Inwieweit kann das entwickelte Analyseinstrument Aussagen über die sprachliche und fachliche Qualität der Versuchsprotokolle von Schüler*innen treffen?*

4 Methodik

Da sich die Qualität von Versuchsprotokollen sowohl aus bildungssprachlichen Kompetenzen als auch aus Teilkompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung zusammensetzt, ist es notwendig, ein Analyseinstrument zu entwickeln, das sprach- und naturwissenschaftsdidaktische Ansätze miteinander vereint. Auf sprachlicher Ebene orientiert sich das Analyseinstrument an dem Modell *USB DaZ* von FRÖHLICH, DÖLL & DIRIM (2014), dem prozessbegleitenden Diagnoseinstrument von REICH (2011), dem Erhebungsinstrument zur Erfassung von Fachsprache von NITZ et al. (2015) und den methodischen Überlegungen der Explorationsstudie zur Sprachhandlungsfähigkeit von TAJMEL (2017a). Auf fachlicher Ebene wird auf die Niveaustufen des Kompetenzmodells naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung von MAYER, GRUBE & MÖLLER (2008) sowie auf das Auswertungsschema von ARNOLD, KREMER & MAYER (2014) zurückgegriffen. Ein inhärenter Teil des Analyseinstruments sind zudem die in Tabelle 1 und 2 zusammengetragenen Erkenntnisse über die Indikatoren der deutschen Bildungssprache sowie die sprachlichen und fachlichen Merkmale eines Versuchsprotokolls.

4.1 Forschungsdesign

Im Rahmen der Genese des Analyseinstruments wurden 26 Versuchsprotokolle, die im Biologieunterricht von Schüler*innen (n=15, Jg. 10, Gymnasium, 53,3% weiblich, 73,3% Deutsch als Zweitsprache) ohne sprachensible Unterstützungswerkzeuge verfasst worden sind, auf ihre sprachliche und fachliche Qualität hin ausgewertet. Die 26 Versuchsprotokolle können thematisch drei Inhaltsbereichen zugeordnet werden: Samenkeimung (n=11), Ermittlung der Mechanorezeptoren (n=11) sowie der Geschmacksqualitäten (n=4). Die Genese selbst gliedert sich in Anlehnung an MAYRING (2007) in folgende Schritte:

- 1) Theoriegeleitete Festlegung der Haupt- und Unterkategorien sowie deren Definition. Formulierung von Ankerbeispielen und Kodierregeln.
- 2) Deduktive Festlegung von vier Niveaustufen für jede Unterkategorie.
- 3) Überarbeitung der Definitionen und Niveaustufen nach fünfzig Prozent der analysierten Versuchsprotokolle.
- 4) Weiterarbeit mit den dreizehn verbleibenden Versuchsprotokollen unter Verwendung des überarbeiteten Kategoriensystems.
- 5) Zwei nicht in die Genese des Kategoriensystems, aber ins Projekt eingearbeitete Kodiererinnen prüfen die Reliabilität des Analyseinstruments.

4.2 Das Kategoriensystems

Das entwickelte Kategoriensystem orientiert sich an den folgenden drei deduktiv aus der Literatur abgeleiteten Hauptkategorien: (1) *Lexik & Semantik*, (2)

Syntax und (3) *Textualität* – sie sollen Hinweise auf die bildungssprachliche Nähe der Versuchsprotokolle geben (REICH, 2008). Die drei Hauptkategorien werden jeweils auf die fünf Protokollteile angewandt, diese werden wiederum nach allen drei Hauptkategorien untersucht und bewertet. Bis auf die Kategorie *Lexik & Semantik* enthalten die Kategorien *Syntax* sowie *Textualität* je nach Protokollteil unterschiedlich viele Unterkategorien. Die Bewertung der Unterkategorien erfolgt auf Basis vierer Niveaustufen (0-1-2-3), die dem qualitativen Unterschied der Protokollierfähigkeit der Schüler*innen gerecht werden soll. Die vier Niveaustufen leiten sich vom Auswertungsschema nach ARNOLD, KREMER & MAYER (2014) ab. Um ein einheitliches Analyseinstrument zu entwickeln, das einen Vergleich der drei oben angeführten Hauptkategorien möglich macht, wurden die sprachlichen Qualitätskriterien nach FRÖHLICH, DÖLL & DIRIM (2014) sowie REICH (2011) auf die vier Niveaustufen angepasst und mit Hilfe der analysierten Versuchsprotokolle induktiv präzisiert.

Tabelle 3: Überblick der Haupt- und Unterkategorien

	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*.

Exemplarisch für das Kategoriensystem soll nun anhand des Protokollteils *Fragestellung* abgebildet werden, wie die deduktiv gewonnenen Niveaustufen festgelegt worden sind.

Tabelle 4: Unterkategorien und ihre Niveaustufen des Protokollteils *Fragestellung*.

Unterkategorie	Niveaustufen			
	0	1	2	3
Detailanalyse der Fachsprachlichkeit	Kein Einsatz von Fachvokabeln bzw. Trivialnamen.	Neben dem Einsatz von themenspezifischen Fachvokabeln bzw. Trivialnamen werden Wortneuschöpfungen anstelle von Fachvokabeln verwendet.	Einsatz von themenspezifischen Fachvokabeln bzw. Trivialnamen. Die semantisch korrekte Verwendung ist lückenhaft.	Einsatz von themenspezifischen Fachvokabeln bzw. Trivialnamen sowie deren semantisch korrekte Verwendung.
Detailanalyse des Satzgefüges	Kein Einsatz von Bindewörtern.	Verwendung durchwegs einfacher Bindewörter und/oder Hauptsätze.	Bildung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze ohne Verbendstellung.	Bildung von Haupt- und Nebensätzen. Nebensätze mit Verbendstellung.
Detailanalyse des Tempus	Kein Einsatz des Präsens.	Häufiger Wechsel des Präsens mit anderen Zeitformen.	Überwiegender Einsatz der Zeitform Präsens.	Durchgehender Einsatz der Zeitform Präsens.
Detailanalyse der Flexion	Keine Artikelverwendung	Undifferenzierte Verwendung von Artikeln sowie undifferenzierte Zuweisung von Person und Numerus bei Verben. Lückenhafte Flexion von Nomen.	Überwiegend fehlerfreie Flexion von (meist komplexen) Nomen, Artikeln und Verben.	Nahezu fehlerfreie Flexion von Nomen, Artikeln und Verben.
Grobanalyse des Sprachregisters	Orientierung an der Alltagssprache	Der Text weist narrative Elemente und/oder Füllwörter 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.
Detailanalyse der Teilkompetenz „Fragestellung“	Nicht vorhanden.	Formulierung einer Fragestellung auf Phänomenebene.	Formulierung einer Fragestellung nach einem Zusammenhang, der naturwissenschaftlich überprüft werden kann. Ein Bezug zum biologischen Fachverständnis ist nicht erkennbar.	Formulierung einer Fragestellung nach einem Zusammenhang, der naturwissenschaftlich überprüft werden kann. Ein Bezug zum biologischen Fachverständnis ist erkennbar.

5 Ergebnisse

Nachfolgend wird sowohl ein exemplarischer Textausschnitt aus einem Versuchsprotokoll und dessen Kodierung als auch der Cohens-Kappa der Unterkategorien (s. Tabelle 5) dargelegt. Für den Textausschnitt wird der Protokollteil *Fragestellung* aus dem Themenbereich *Samenkeimung* herangezogen.

Das Ziel des Versuchs war es herauszufinden, dass man *vielen 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.

Der Textausschnitt zeigt folgende sprachliche und fachliche Charakteristika:

- **Fachsprachlichkeit:** Es werden die themenspezifischen Fachvokabeln „Samen“ und „keimt“ semantisch richtig angeführt: Niveau 3.
- **Satzgefüge:** Es werden Haupt- und Nebensätze gebildet. Die Verbendstellung bei Nebensätzen wird eingehalten: Niveau 3.
- **Tempus:** Es erfolgt ein häufiger Wechsel zwischen den beiden Zeitformen Präsens und Präteritum: Niveau 1.

- *Sprachregister*: Der Text weist einige Gedankensprünge (z. B. wird als Ziel des Versuches die Versuchsdurchführung beschrieben) sowie sprachliche und damit einhergehende fachliche Ungenauigkeiten („in verschiedenen Temperaturen“) auf: Niveau 2.
- *Forschungsschritt*: Eine Fragestellung ist auf Phänomenebene vorhanden. Sprachlich umgesetzt wird diese in Form eines Objektsatzes („ob die Pflanze wächst oder auch nicht“) und eines Finalsatzes („um zu sehen was schneller keimt“): Niveau 1.

Tabelle 5: Auswertung der Interrater-Reliabilität (Cohens Kappa)

	Frage- stellung	Durch- führung	Daten- auswertung	Diskussion d. Ergebnisse
Fachsprachlichkeit	.75	.85	.73	.70
Satzgefüge	.62	.79	.70	1.00
Tempus	.48	.72	.88	.68
Flexion	.45	.85	.89	.57
unpersönliche Konstruktionen	-	.45	-	-
Sprachregister	.56	.25	.58	.90
Teilkompetenz	.76	.44	1.00	.68
realistische bildliche Darst.form	-	-	.77	-
logische bildliche Darst.form	-	-	1.00	-
tabellarische Darstellungsform	-	-	.62	-

Die Auswertung zeigt bei einigen Unterkategorien eine nicht zufriedenstellende Interrater-Reliabilität. Einige Unterkategorien weisen zudem eine sehr starke Schwankung des Cohens-Kappa-Wertes zwischen den einzelnen Protokollteilen auf (Sprachregister: $.25 < \kappa < .90$). Eine Hypothesenbildung war bei keinen der 26 Versuchsprotokolle vorhanden und scheint daher nicht in der Tabelle auf.

6 Diskussion und Ausblick

Erste Ergebnisse zeigen, dass sich das Analyseinstrument grundsätzlich eignet, die sprachliche und fachliche Qualität von Versuchsprotokollen zu diagnostizieren. Einzig in den in Tabelle 5 grau unterlegten Bereichen zeigen die noch nicht zufriedenstellenden Interrater-Reliabilitäten, dass es noch weiterer Ausschärfung des Analyserasters bedarf. Was könnte der Grund für die teilweise äußerst niedrigen Kappa-Werte sein? FÜHLAU (1981) beschreibt im Rahmen ihrer Kritik an der Inhaltsanalyse die Sprachproduktion als „interaktiver Austausch von Zeichen“. Dieser interaktive Austausch hat zur Folge, dass Sprache nicht nur *von* jemanden (= Sender), sondern zugleich *für* jemanden (= Adressat) produziert wird. Der Sender muss im Zuge der Sprachproduktion eine Wahl aus unterschiedlichen sprachlichen und übersatzmäßigen Mitteln treffen,

die der Adressat zu verstehen versucht. Ein Verstehen aufseiten des Adressaten kann allerdings nur dann stattfinden, wenn die Wahl der sprachlichen und übersatzmäßigen Mittel aufseiten des Senders für den Adressaten begreifbar ist. Diese Begreifbarkeit ist, wie TAJMEL (2017a) in ihrer Studie zu Normen und Selektionsprozessen zeigt, von Adressat zu Adressat äußerst individuell, was sich ebenfalls in den vorliegenden Ergebnissen widerspiegelt. Für das weitere Vorgehen bedeutet dies folgendes:

- Zusammen mit den beiden Kodiererinnen werden auf Basis der aufgezeigten Ergebnisse vor allem jene Niveaustufen mit Hilfe der 26 Versuchsprotokolle noch einmal diskutiert, die $\kappa \leq .50$ aufweisen. Die im Zuge dieser argumentativen Validierung gewonnen Erkenntnisse werden in das Analyseraster eingearbeitet.
- In einem nächsten Schritt sollen 22 neue Versuchsprotokolle mit dem überarbeiteten Analyseraster kodiert werden. Dabei soll darauf geachtet werden, dass aufgrund der in der Diskussion angesprochenen Schwierigkeiten neben der Interrater-Reliabilität ebenfalls ausgewählte Texte in einer Expert*innen-Runde aus dem Bereich Deutsch als Zweitsprache & Biologiedidaktik analysiert und diskutiert werden.

Zitierte Literatur

- 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*. Kassel: Universitätsdruckerei, 7-20.
- ARNOLD, J., KREMER, K., & MAYER, J. (2014). Understanding students' experiments – What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36, 2719-2749.
- ARNOLD, J., KREMER, K., & MAYER, J. (2016). Scaffolding beim Forschenden Lernen. Eine empirische Untersuchung zur Wirkung von Lernunterstützungen. *ZfDN*, 23, 21-37.
- BAYRAK, C., HOFFMANN, L., & RALLE, B. (2015). Sprachliches und fachliches Lernen im Experimentalunterricht, *MNU* 68/3, 177-182.
- BEESE, M. & ROLL, H. (2015). *Textsorten im Fach – zur Förderung von Literalität im Sachfach in Schule und Lehrerbildung*. In: C. BENHOLZ, M. FRANK, & E. GÜRISOY [Hrsg.]: *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht*. Stuttgart: Klett, 51-72.
- BLÄNSDORF, J. (1978). *Erzählende, argumentierende, diskursive Prosa. Versuch einer angewandten Texttypologie*. In: J. LACTAZC, G. NEUMANN, & E. SIEGMANN [Hrsg.]: *Würzburger Jahrbücher für die Altertumswissenschaft, Bd. 4*. Würzburg: Kommissionsverlag, 107-119.
- BREDE, J. R. (2018). *Protokolle als Textsorte(n) im Unterricht*. In: W. GRIEBHABER, H. ROLL, S. SCHMÖLZER-EIBINGER, & K. SCHRAMM [Hrsg.]: *Schreiben in der Zweitsprache Deutsch*. Berlin: de Gruyter, 335-349.
- 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.
- CERVETTI, G., PEARSON, P. D., BRAVO, M. A., & BARBER, J. (2006). *Reading and writing in the service of inquiry-based science*. In: R. DOUGLAS, M. KLENTSCHY, & K. WORTH [Hrsg.]: *Linking science and literacy in the K-8 classroom*. Arlington: NSTA Press, 221-244.

- 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.
- ERDURAN, S., & JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2007). *Argumentation in Science Education*. Dordrecht: Springer.
- FRÖHLICH, L., DÖLL, M., & DIRIM, İ. (2014). *Unterrichtsbegleitende Sprachstandsbeobachtung Deutsch als Zweitsprache. Teil 1: Beobachtungsbogen*. Wien: bmbf.
- FÜHLAU, I. (1981). *Inhaltsanalyse vs. Linguistik. Analyse und Kritik*, 2, (1), 23-46.
- GOGOLIN, I., & DUARTE, J. (2016). *Bildungssprache*. In: J. KILLIAN, B. BROUËR, & D. LÜTTENBERG [Hrsg.]: *Handbuch Sprache in der Bildung*. Berlin/Boston: de Gruyter, 478-499.
- GOGOLIN, I., & LANGE, I. (2011). *Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung*. In: S. FÜRSTENAU, & M. GOMOLLA [Hrsg.]: *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 107–127.
- GROPENGIEßER, H. & KATTMANN, U. [Hrsg.] (2008): *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis.
- HEINTZE, A. (2009). *Wege zur durchgängigen Sprachbildung: Ein Orientierungsrahmen für Schulen*. Berlin: FörMig.
- HMELO-SILVER, C. E. (2004). *Problem-based learning: What and how do students learn?* *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235–266.
- KMK – SEKRETARIAT DER STÄNDIGEN KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand.
- KREMER, K., MÖLLER, A., ARNOLD, J., & MAYER, J. (2019). *Kompetenzförderung beim Experimentieren*. In: J. GROB, M. HAMMANN, P. SCHMIEMANN, & J. ZABEL [Hrsg.]: *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis*. Berlin: Springer, 113-128.
- KREY, O., & SCHWANNEDEDEL, J. (2018). *Lernen mit externen Repräsentationen*. In: D. KRÜGER, I. PARCHMANN, & H. SCHECKER [Hrsg.]: *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin: Springer, 159-176.
- LEISEN, J. (2005): *Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch*, 78, 9-11.
- MAYER, J. (2007). *Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen*. In: D. KRÜGER, & H. VOGT [Hrsg.]: *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin: Springer, 177-186.
- MAYER, J., & ZIEMEK, H. (2006). *Offenes Experimentieren. Forschendes Lernen im Biologieunterricht*. *Unterricht Biologie*, 317, 4-12.
- MAYER, J., GRUBE, C., & MÖLLER, A. (2008). *Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung*. In: U. HARMS, & A. SANDMANN [Hrsg.]: *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*. Innsbruck: Studienverlag, 63-79.
- MAYRING, P. (2007): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Basel: Beltz-Verlag
- MOREK, M., & HELLER, V. (2015). *Academic discourse as situated practice: An introduction*. *Linguistics and Education*, 31, 174-186.
- MÜLLNER, B., & SCHEUCH, M. (2017). *Avoidance Strategies as a Result of Linguistic Overload in Biology Class*. *Orbis Scholae*, 3/2017, 29-46.
- NITZ, S. (2016). *Sprachliche Konstruktion gesellschaftlich relevanten Wissens am Beispiel des Biologieunterrichts*. In: J. KILIAN, B. BROUËR, & D. LÜTTENBERG [Hrsg.]: *Handbuch Sprache in der Bildung*. Berlin/Boston: de Gruyter, 462-476.
- NITZ, S., NERDEL, C., & PRECHTL, H. (2012). *Entwicklung eines Erhebungsinstrumentes zur Erfassung der Verwendung von Fachsprache im Biologieunterricht*. *ZfDN*, 18, 117-139.
- NORRIS, S. P., & PHILLIPS, L. M. (2002). *How Literacy in its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy*. *Science Education*, 87, 224-240.
- PINEKER-FISCHER, A. (2017). *Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Umgang von Lehrpersonen in soziokulturell heterogenen Klassen mit Bildungssprache*. Wiesbaden: Springer.
- QUEHL, T., & TRAPP, U. (2013). *Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule. Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache*. Münster: Waxmann.

- REICH, H. H. (2008). *Materialien zum Workshop „Bildungssprache“*. FörMig – Weiterqualifizierung „Berater(in) für sprachliche Bildung“. Hamburg.
- REICH, H. H. (2011). *Prozessbegleitende Diagnose schriftsprachlicher Fähigkeiten auf der Sekundarstufe I*, abgerufen unter: http://www.bamf.de/SharedDocs/Anlagen/DE/Downloads/Infothek/Themendossiers/Dialogforum-7/dialogforum-7-lernerfolge-2011-diagnose-schriftsprache.pdf?__blob=publicationFile.
- ROTH, J. (2013). *Vernetzen als durchgängiges Prinzip – Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“*. In: STEINWEG, A. S. [Hrsg.]: *Mathematik vernetzt – Tagungsband des AK Grundschule in der GDM 2013*. Bamberg: University of Bamberg Press, 65-80.
- SCHLEPPEGRELL, M. J. (2001). *Linguistic Features of the Language of Schooling*. *Linguistics and Education* 12, (4), 431-459.
- SCHMÖLZER-EIBINGER, S., DORNER, M., LANGER, E., & HELTEN-PACHER M.-R. (2012). *Handbuch: Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Graz: Universität.
- TAJMEI, T. (2017a). *Naturwissenschaftliche Bildung in der Migrationsgesellschaft. Grundzüge einer Reflexiven Physikdidaktik und kritisch-sprachbewussten Praxis*. Wiesbaden: Springer.
- TAJMEI, T. (2017b). *Die Bedeutung von ‚Alltagssprache‘ – eine physikdidaktische Betrachtung*. In: B. LÜDKE, I. PETERSEN, & T. TAJMEI [Hrsg.]: *Fachintegrierte Sprachbildung: Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis*. Berlin/New York: de Gruyter, 253-268.
- TENOPIR, C., & KING, D. W. (2004). *Communication patterns of engineers*. Hoboken: Wiley.
- TRAUTMANN, C., & REICH, H. (2008). *Pragmatische Basisqualifikationen I und II*. In: BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG [Hrsg.]: *Referenzrahmen zur altersspezifischen Sprachaneignung, Forschungsgrundlagen, 29/I*. Berlin: bmbf, 41-48.
- VÖLZKE, K., ARNOLD, J., & KREMER, K. (2013). *Denken und Verstehen beim naturwissenschaftlichen Problemlösen – Eine explorative Studie*. *ZISU*, 2(1), 58–86.
- VOLLMER, H., & THÜRMAN, E. (2009). *Zur Sprachlichkeit des Fachlernens: Modellierung eines Referenzrahmens für Deutsch als Zweitsprache*. In: B. AHRENHOLZ [Hrsg.]: *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: narr, 107-132.
- WELLINGTON, J., & OSBORNE, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

