



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Operatoren und Handlungskompetenzen in den
Aufgabenstellungen von Biologieschulbüchern der
Sekundarstufe I“

verfasst von / submitted by

Melanie Wagner, BEd

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

Master of Education (MEd)

Wien, 2021 / Vienna 2021

Studienkannzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 502 506 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 Deutsch Lehrverbund

Betreut von / Supervisor:

Mgr. Michal Dvorecký, PhD

Danksagung

Ein großes Dankeschön geht zuerst an meinen Betreuer Michal Dvorecký, der mir vor allem in der Phase der Themenfindung und anschließend bei der Methodenwahl eine Stütze war und mich durch seine Tipps, Hinweise und Beratungsgespräche wieder zur Ruhe gebracht hat. Außerdem möchte ich meiner Mama und meinem Papa Danke sagen, weil sie mich immer in allen meinen Entscheidungen bestärkt und zu dem Menschen erzogen haben, der ich heute bin. Vor allem Mama hatte, während ich diese Arbeit geschrieben habe, immer ein offenes Ohr für mich. Aber sie hatte auch dafür Verständnis, dass ich während des Schreib- und Arbeitsprozesses nicht alle Fragen beantworten wollte oder konnte. Zuletzt geht mein größter Dank an meine beste Freundin Christine, die wie meine Schwester ist, obwohl wir uns erst vor knapp 6 Jahren im ersten Semester im Hörsaal 7 des Hauptgebäudes kennengelernt haben. Damals haben wir uns nur vor der Vorlesung unterhalten, weil wir einfach beide immer überpünktlich sind, heute vergeht kaum ein Tag, an dem wir uns nicht austauschen und ich kann mir ein Leben ohne dich nicht mehr wirklich vorstellen. Du hast mich wieder und wieder beruhigt, wenn ich mir eingeredet habe, dass ich es nicht schaffe, hast immer wieder Kapitel korrekturgelesen und mir Tipps gegeben. Ohne dich wäre ich heute nicht der Mensch, der ich bin und auch diese Arbeit wäre ohne dich wahrscheinlich eine andere geworden. Danke, dass du mir immer beistehst und mich unterstützt. Hoffentlich kann ich dir einen Bruchteil dessen zurückgeben, wenn du bald deine Masterarbeit schreibst.

Für Nemo,
du bist gegangen, als wir beide bereit dafür waren.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
2	Sprachliche Register	9
2.1	Alltagssprache.....	9
2.2	Bildungssprache Deutsch.....	11
2.3	Fachsprache.....	15
2.4	Die Fachsprache der Naturwissenschaften	18
3	Kompetenzorientierung	20
3.1	Der Kompetenzbegriff	20
3.2	Kompetenzorientierter Unterricht.....	22
3.2.1	Merkmale kompetenzorientierten Unterrichtes	24
3.2.2	Kompetenzorientierter Biologieunterricht.....	25
4	Sprache und Sprachbildung im Fach	28
4.1	Sprachliche Besonderheiten in den naturwissenschaftlichen Fächern.....	33
4.1.1	Schwierigkeiten von SchülerInnen	35
4.2	Sprachsensibler Fachunterricht	38
4.2.1	Merkmale eines sprachsensiblen Fachunterrichtes.....	41
4.2.2	Umsetzungsmöglichkeiten für den Unterricht.....	44
4.3	Durchgängige Sprachbildung.....	47
4.3.1	6 Qualitätsmerkmale der durchgängigen Sprachbildung.....	51
4.4	Weitere Konzepte zur Sprachbildung im Fachunterricht.....	52
5	Operatoren	53
5.1	Prozedurenorientierte Didaktik.....	54
5.2	Operatoren in Aufgabenstellungen	56
5.3	Operatoren und die Sprachverwendung in Schulbüchern.....	59
6	Forschungsdesign	61
6.1	Forschungsfragen	61

6.2	Methode	62
6.3	Korpusbeschreibung	63
6.4	Kategorisierung und Datenerhebung	66
6.4.1	Kategorien zur Formulierung der Operatoren	66
6.4.2	Kategorien für Handlungskompetenzen und kognitive Prozesse	67
6.5	Datenauswertung und Ergebnisdarstellung anhand deskriptiver Statistik.....	70
7	Ergebnisse.....	73
7.1	Formulierung der Operatoren in <i>bio@school 1</i>	73
7.2	Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in <i>bio@school 1</i>	75
7.3	Formulierung der Operatoren in <i>Bio Logisch 2</i>	78
7.4	Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse.....	80
7.5	Formulierung der Operatoren in <i>einfach bio 2</i>	84
7.6	Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in <i>einfach bio 2</i>	86
7.7	Formulierung der Operatoren in <i>Begegnungen mit der Natur 3</i>	90
7.8	Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in <i>Begegnungen mit der Natur 3</i> 92	
8	Diskussion	97
8.1	Fragestellung 1.....	97
8.2	Fragestellung 2.....	102
9	Fazit	108
10	Ausblick.....	111
11	Literaturverzeichnis	113
12	Abbildungsverzeichnis	116
13	Tabellenverzeichnis.....	116
14	Anhang.....	118
14.1	Abstract.....	118
14.2	Kategorisierung <i>bio@school 1</i>	120
14.3	Kategorisierung <i>Bio Logisch 2</i>	123

14.4	Kategorisierung <i>einfach bio 2</i>	131
14.5	Kategorisierung <i>Begegnungen mit der Natur 3</i>	140

1 Einleitung

Das Thema dieser Masterarbeit, die im Fachbereich Deutsch als Fremd- und Zweitsprache verfasst wurde, ist „Operatoren und Handlungskompetenzen in Biologieschulbüchern der Sekundarstufe I“ und wird durch eine quantitative Schulbuchanalyse realisiert. Die übergreifenden Themen der Arbeit sind der kompetenzorientierte Unterricht und Sprache im Fach in Verbindung mit sprachsensiblen Fachunterricht sowie durchgängiger Sprachbildung im Kontext des Erwerbs von Bildungssprache. Das Konzept der Bildungssprache beschreibt dabei jene Fähigkeiten, die von SchülerInnen im Laufe ihrer Schulzeit erlernt werden müssen, damit sie einen erfolgreichen Bildungsweg absolvieren können. (vgl. Gogolin & Duarte 2016: 479) Es handelt sich dabei um ein Sprachregister, das in allen Bildungskontexten relevant ist und dessen Sprachmittel und deren angemessene Verwendung erlernt werden müssen (vgl. Lange & Gogolin 2011: 107). Der Erwerb von bildungssprachlichen Fähigkeiten ist deshalb nicht nur für den schulischen Erfolg notwendig, sondern ist ein mitbestimmender Faktor für den gesamten Bildungsweg eines Menschen, der dazu befähigt, an entsprechenden gesellschaftlichen Diskursen teilzunehmen. Im schulischen Kontext wird der Spracherwerb oft als Aufgabe des Deutschunterrichtes gesehen, stellt aber laut den Ansätzen des sprachsensiblen Fachunterrichtes und der durchgängigen Sprachbildung einen integralen Bestandteil aller Fächer dar (vgl. Drumm 2017: 59; Tajmel 2011 u.a.). Diese Arbeit beleuchtet Aufgabenstellungen in Biologieschulbüchern näher, da der Unterricht vor allem in diesem Fach stark am Schulbuch orientiert ist und diese eine zentrale Informationsquelle für die SchülerInnen darstellen (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 16-17). Dabei wird ein besonderer Fokus auf die Verwendung von Operatoren und die geförderten Handlungskompetenzen sowie die dazu notwendigen kognitiven Prozesse gelegt. Die Operatoren haben sich im Diskurs der Kompetenzorientierung und Bildungssprache als Ankerpunkte herauskristallisiert (vgl. Feilke 2012: 12), die für Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen sorgen und gleichzeitig eine tiefgehende Auseinandersetzung mit Fachinhalten und den dazugehörigen Sprachmitteln ermöglichen sollen (vgl. Jahnke-Klein & Busse 2019: 116-117). Nach dieser Betrachtungsweise fördern Operatoren die literale Handlungskompetenz im Sinne der *Scientific Literacy*, die im Naturwissenschaftsunterricht dazu dienen soll, Kompetenzen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses zu fördern und dabei den Erwerb von Bildungs- und Fachsprache zu unterstützen, da eine argumentative Teilhabe am naturwissenschaftlichen Diskurs ohne die angemessene Sprachverwendung nicht

möglich ist (vgl. Nerdel 2017: 15). Operatoren sind laut Gogolin zudem der Grundstein für einen Spracherwerb im Sinne der durchgängigen Sprachbildung und somit auch ein zentraler Bestandteil dieses Ansatzes (vgl. Gogolin et al 2011: 28). Anhand dieser Ausführungen wird die Bedeutung der Operatoren für die Sprachbildung und Förderung von Kompetenzen aufgezeigt, weshalb deren Einsatz im Unterricht und in Schulbüchern sehr gezielt geschehen muss, um dem Ziel des Erwerbs von Bildungssprache zu dienen. Operatoren sind im österreichischen Bildungssystem ein wichtiger Bestandteil des kompetenzorientierten Unterrichtes, der im Biologieunterricht vor allem im Kompetenzmodell der Naturwissenschaften und in den Lehrplänen festgehalten ist, in denen unter anderem zu erwerbende Handlungskompetenzen festgehalten sind (vgl. RIS 2021: 234-235). Eine Handreichung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF), verfasst von Schmolzer-Eibinger et al. (2012), gibt eine angemessene Sprachverwendung in Schulbüchern in diesem Sinne vor, die eine Grundlage für SchulbuchautorInnen und Verlage darstellt, um damit einen kompetenzorientierten Unterricht sowie den Erwerb von Bildungssprache zu unterstützen. Anhand der theoretischen Grundlagen wurden für diese Arbeit zur Operationalisierung der Fragestellungen Kriterien entwickelt, anhand denen sämtliche Aufgabenstellungen von vier ausgewählten Biologieschulbüchern der Sekundarstufe I quantitativ untersucht, ausgewertet und die Ergebnisse anschließend statistisch erfasst werden können. Die Primärwerke sind: *bio@school 1* (Schermaier & Weisl 2020), *Bio Logisch 2* (Schirl & Gereben-Krenn 2017), *einfach bio 2* (Gazzia & Stoll 2017) sowie *Begegnungen mit der Natur 3* (Biegl 2019). Diese Werke wurden neu bearbeitet und sind laut den Verlagen in das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften eingegliedert. Anhand der Fragestellungen *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?* sowie *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert?* soll in dieser Arbeit herausgefunden werden, ob die Aufgabenstellungen der Schulbücher zum einen diesen Vorgaben entsprechen und dadurch zum anderen als Grundlage für einen sprachsensiblen und kompetenzorientierten Unterricht dienen können. Da für diese Arbeit ein quantitativer Ansatz gewählt wurde, kann kein Rückschluss auf die Arbeit mit SchülerInnen gezogen werden, sondern nur eine grundlegende, theoriebasierte Bewertung erfolgen, die in einen theoretischen Rahmen von Bildungssprache, Kompetenzorientierung, Sprache im Fach sowie Sprachbildung eingegliedert ist. Die

grundlegende Theorie, die zum näheren Verständnis notwendig ist, wird dabei in vier größeren Kapiteln, Sprachliche Register (Kapitel 2), Kompetenzorientierung (Kapitel 3), Sprache und Sprachbildung im Fach (Kapitel 4) sowie Operatoren (Kapitel 5), erörtert. Anschließend werden im Kapitel Forschungsdesign die verwendete Methode, das Korpus, die einzelnen Kategorien sowie die Datenerhebung und -auswertung dargestellt. Auf diesem Gerüst aufbauend werden in Kapitel 7 die Ergebnisse der quantitativen Analyse übersichtlich unter Zuhilfenahme von Diagrammen und Tabellen beschrieben. Die Ergebnisse werden abschließend in einer Diskussion miteinander verglichen und in den theoretischen Kontext eingebettet. Sämtliche transkribierte Aufgabenstellungen der vier analysierten Schulbücher sind mitsamt der zugeordneten Kategorien im Anhang einzusehen und nachzuschlagen.

2 Sprachliche Register

Die Grundlage für das fachliche Lernen in der Schule ist die Sprache an sich. In allen Fächern, egal ob Biologie, Geografie oder Musik, werden die zu erlernenden Inhalte über Sprache vermittelt, weshalb Sprachkenntnisse das fundamentale Gerüst schulischer Bildung darstellen (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 25). Sprache ist aber nicht gleich Sprache und SchülerInnen begegnen in verschiedenen Situationen unterschiedlichen sprachlichen Registern, die sich teilweise deutlich voneinander unterscheiden, aber auch Gemeinsamkeiten aufweisen. Es gibt drei sprachliche Register, deren Bedeutung im Bildungskontext, speziell auch im Fach Biologie, entscheidend ist: die Alltagssprache, Bildungssprache und Fachsprache. Deshalb werden diese Sprachregister im Folgenden näher beschrieben sowie deren Merkmale und Besonderheiten hervorgehoben.

2.1 Alltagssprache

Sprache begegnet uns in unserem Lebensalltag ständig, damit man mit anderen Menschen über private oder sachliche Inhalte zu kommunizieren kann, wobei der Sprachdialog locker und ungezwungen unter medial mündlichen Rahmenbedingungen stattfindet (vgl. Michalak 2015: 48). Die Alltagssprache zeichnet sich durch verschiedene Charakteristika aus, zu denen vor allem Emotionalität und eine subjektive Bewertung der besprochenen Inhalte gehören, was durch eine ausdrucksvolle und bildhafte Begriffsverwendung unterstützt wird (vgl. Michalak 2015: 48). Im Alltag wird die Sprache vor allem kontext- und situationsbezogen verwendet, weil direkt auf andere Personen oder Gegenstände verwiesen werden kann, die aus der Interaktion zwischen den Gesprächspartnern

hervorgehen. Daraus resultieren Ausdrücke wie „das da“ oder „dort drüben“, deren Bedeutung sich nur in der Kommunikationssituation selbst erschließen lässt und im Nachhinein betrachtet nicht mehr verständlich wäre. In der Alltagskommunikation tritt die korrekte Sprachverwendung in den Hintergrund, weil es vor allem darum geht, den anderen zu verstehen und sich selbst verständlich zu machen (vgl. Michalak 2015: 48-49). Bezogen auf das Konzeptionsmodell von Koch und Oesterreicher findet die Alltagskommunikation in einem konzeptionell mündlichen Rahmen statt, dessen mediale Ausprägung ebenfalls mündlich ist, weshalb sie in weiterer Folge durch eine *kommunikative Nähe* ausgezeichnet ist. Laut Koch und Oesterreicher entsteht *kommunikative Nähe* durch einen privaten Rahmen, in dem zwei Partner, die einander vertraut sind, direkt und dialogisch miteinander kommunizieren. Weiters führen sie Emotionalität und eine Interaktion als Parameter an, wobei die Entwicklung des Gesprächsthemas frei und spontan geschieht. (vgl. Koch & Oesterreicher 2007: 348-351)

Einen weiteren Ansatz zur Klärung des alltäglichen Sprachregisters bietet Cummins, der in seiner Erklärung der *basic interpersonal communicative skills* (BICS) nicht nur den Kontext der Kommunikationssituation einbezieht, sondern auch den Aufwand betrachtet, der betrieben werden muss, um diese sprachlichen Fähigkeiten erlernen zu können. Demnach sind die BICS vor allem in der Lebenswelt der SchülerInnen in Verwendung und werden in der Erstsprache erlernt, wobei sowohl die Erfahrungen der SchülerInnen als auch nicht-sprachliches Verhalten bei der Bedeutungerschließung miteinbezogen werden. BICS bezeichnen also die grundlegenden Fähigkeiten in der Kommunikation, die im Alltag und in zwischenmenschlichen Kontaktsituationen benötigt und angewandt werden. (Cummins 2000, zitiert nach Pineker-Fischer 2017: 51-52). Vergleicht man die verschiedenen Theorien über Alltagssprache miteinander, bezeichnen die Begriffe *Alltagssprache*, *Sprache der Nähe* und *BICS* dasselbe sprachliche Register, ziehen aber zusätzlich zu den Gemeinsamkeiten unterschiedliche Merkmale und Begriffe zu dessen Beschreibung heran. Über die Gemeinsamkeiten der Alltagssprache herrscht in der Literatur allerdings ein weitgehender Konsens. Vor allem die direkte, spontane und dialogische Kommunikation und Interaktion miteinander, ohne dabei auf die sprachliche Korrektheit zu achten, werden überall genannt. In der Schule wird die Alltagssprache auch verwendet. Vor allem zu Beginn der schulischen Laufbahn in der Volksschule findet die Kommunikation im Unterricht vor allem über dieses sprachliche Register statt, weil sie den SchülerInnen vertraut ist (vgl. Michalak 2015: 49). Aber auch in Pausengesprächen oder wiederholten Versuchen der Lehrkraft etwas verständlich

darzubringen, lassen sich Parameter der Alltagssprache erkennen. Ausgehend von der Anwendung der Alltagssprache im schulischen Kontext müssen die SchülerInnen im Laufe der Jahre eine weitere, komplexe Sprache erlernen, mit deren Hilfe das zu vermittelnde Wissen transportiert wird. Diese Sprache basiert zwar auf den Fähigkeiten der Alltagssprache und ist ohne diese auch nicht zu bewältigen, stellt aber sprachliche Anforderungen an die SchülerInnen, die über jenen der Alltagssprache liegen (vgl. Michalak 2015: 49-50).

2.2 Bildungssprache Deutsch

Der Begriff Bildungssprache umfasst diejenigen Fähigkeiten, welche die SchülerInnen im Laufe der Schullaufbahn aufbauend auf den sprachlichen Fähigkeiten aus der Alltagssprache erlernen müssen, um den Bildungsweg erfolgreich bestreiten und abschließen zu können. Gogolin und Duarte beschreiben die Grundlage für die Diskussion des Begriffes *Bildungssprache* insofern, dass es im Sprachgebrauch der Schule Besonderheiten gibt, die mitverantwortlich dafür sind, ob SchülerInnen einen Zugang zum für den Bildungserfolg notwendigen Wissen finden oder nicht (vgl. Gogolin & Duarte 2016: 479). Lange beschreibt das Konzept der Bildungssprache als ein spezielles sprachliches Register, das nicht nur in der Schule, sondern in allen Situationen der formalen Bildung relevant ist. Sie beschreiben damit nicht nur die Fähigkeit, diese Sprache zu beherrschen, sondern auch das Wissen um deren richtige Verwendung (vgl. Lange 2020: 55). Zudem erfüllt die Bildungssprache eine Funktion in den Bildungskontexten (vgl. Gogolin & Duarte 2016: 480). Der Begriff selbst geht dabei auf Drach und seine Definition zurück, die Bildungssprache sei „die (Aus-)Sprache der Gebildeten, die in einen Gegensatz zur Mundart gestellt wird. Mundart wird klassifiziert als Sprache der gesellschaftlichen Unterschichten.“ (Drach 1928, zitiert nach Lange & Gogolin 2011: 107-108) Bei dieser ersten Definition nach Drach wird impliziert, dass die Bildungssprache wenig mit tatsächlichen Kontexten der Bildung zu tun hat. Es wird eine Sprache beschrieben, die von einer bestimmten gesellschaftlichen Schicht beherrscht wird, deren Status in der Gesellschaft einzementiert und von den Menschen abgegrenzt, die sie nicht beherrschen.

In der Literatur gibt es verschiedene Auffassungen und Definitionen der Bildungssprache. Habermas stellt sich darunter zum Beispiel „dasjenige sprachliche Register [vor] [...], mit dessen Hilfe man sich mit den Mitteln der Schulbildung ein Orientierungswissen verschaffen kann.“ (Habermas 1977, zitiert nach Lange & Gogolin 2011: 108) In dieser

Beschreibung wird erstmals auf den Kontext der Schule verwiesen, was sie zu einem Ausgangspunkt für das Konzept von Lange und Gogolin macht, da dem sprachlichen Register eine ganz spezielle Funktion zugeordnet wird. Die Bildungssprache lässt sich demnach nur in Bildungskontexten erlernen, aber die schulische Bildung ist auch nur dann erfolgreich, wenn man die Bildungssprache beherrscht. Als Grund für die erneute Beschäftigung mit und Definition von diesem Konzept benennen sie die Schulleistungsforschung und dem damit einhergehenden Ziel, die Leistungsunterschiede zwischen SchülerInnen mit Deutsch als Erstsprache und mehrsprachigen SchülerInnen mit Migrationshintergrund auszugleichen, die sich aus den Ergebnissen der Leistungstests für Schülerinnen wie PISA, IGLU/PIRLS und TIMSS ergeben haben. Aus der Auswertung der Ergebnisse und der biografischen Angaben der SchülerInnen lassen sich diese Unterschiede nicht nur auf die gesprochene Alltagssprache zurückführen, sondern weisen darauf hin, dass die notwendigen Sprachfähigkeiten im Unterricht vermittelt werden müssen (vgl. Lange & Gogolin 2011: 108-109). Aufgrund dieser Ergebnisse ist die Bildungssprache „zu einem Leitbegriff der PISA-Ära geworden.“ (Gogolin & Duarte 2016: 484) Der Begriff Bildungssprache und dessen kontextuelle Einbettung gehen im deutschsprachigen Raum vor allem auf das Programm *Förderung von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund* (FörMig) zurück, das sich bei der Begriffsbildung auf die aus Forschungsergebnissen hervorgegangenen englischen Begriffe der *academic language* und des *academic discourse* bezieht. Aufbauend auf diesen Begriffen, wurde im deutschsprachigen Raum das Wort *Bildungssprache* etabliert, weil damit nicht nur die Schule als Ort der Bildung und Sprachvermittlung angesprochen, sondern ein breiterer Kontext geschaffen wird. (Lange 2020: 53-54) Das formelle Register der Bildungssprache findet laut Definition eben nicht nur in schulischen Institutionen Verwendung, sondern wird auch zum Verständnis von manchen Zeitungen oder Büchern vorausgesetzt, weshalb gut ausgebildete bildungssprachliche Kompetenzen nötig sind, um in der heutigen Gesellschaft aktiv teilhaben zu können (vgl. Pineker-Fischer 2017: 41-42). Ein entscheidendes Merkmal der Bildungssprache ist nach Lange und Gogolin die konzeptionelle Schriftlichkeit, die nicht nur in Texten, sondern auch im medial mündlichen Gebrauch vorherrschend ist. Das bedeutet, dass die Normen und Regeln der Schriftsprache auch bei der mündlichen Verwendung der Sprache verlangt und angewendet werden müssen. In der Schule kommt dieses sprachliche Register vor allem dann zum Einsatz, wenn Lern- oder Prüfungsaufgaben gestellt oder Schulbuchtexte gelesen werden. Aber auch bei der Erstellung von anderen Unterrichtsmaterialien ist die

Bildungssprache das Medium der Wissensvermittlung. Das bedeutet aber auch, dass es unerlässlich für das Verstehen und Bewältigen dieser Aufgaben ist, diese Sprache verstehen und anwenden zu können. Im Gegensatz zur Alltagssprache, die in einem persönlichen Rahmen kontextgebunden und situationsabhängig verwendet wird, ist die Bildungssprache kontextentbunden und entpersonalisiert, weshalb die gewählten Sprachmittel präzise eingesetzt sein müssen, damit sich die Bedeutung einer Aussage für alle Beteiligten des Kommunikationsprozesses erschließt (vgl. Lange & Gogolin 2011: 113-114). Unspezifische Verweise aus der Alltagssprache nach Michalak wie „der da“ oder „dort hinten“, deren Bedeutung sich nur innerhalb der Kommunikationssituation, in der sie verwendet werden, erschließt, können in bildungssprachlichen Situationen nicht benutzt werden, da sich die Bedeutung auch im Nachhinein noch nachvollziehen lassen muss (vgl. Michalak 2015: 49). Konkrete Merkmale und Anforderungen der Bildungssprache sind nach Feilke die Verwendung von präzisen Verben sowie der häufigere Gebrauch des Konjunktivs und des Passivs als Redemittel (vgl. Feilke 2019: 3). Reich hat drei verschiedene Kategorien von Merkmalen der Bildungssprache definiert: diskursive, lexikalisch-semantische und syntaktische Merkmale. Zu den diskursiven Merkmalen, die den Rahmen und die Form der Sprache betreffen, gehören eindeutig festgelegte Sprecherrollen, monologische Formen, Textsorten der verschiedenen Fächer wie Berichte oder Erörterungen und ein spezieller sachlicher Stil mit einer nachvollziehbaren Strukturierung und einer passenden Textlänge. Auf den Wortschatz der Bildungssprache beziehen sich hingegen die lexikalisch-semantischen Merkmale. Dazu zählen sprachliche Formen, die differenzierend und abstrahierend sind, aber auch Präfixverben, Reflexivpronomen, Komposita und bestimmte Fachbegriffe. Der Satzbau der Bildungssprache wird durch die syntaktischen Merkmale beschrieben. Konjunktionalsätze, Relativsätze, erweiterte Infinitive, Passivformen, Funktionsverbgefüge und Attribuierungen werden hier als typisch angeführt. Durch diese Sprachmittel wird der unpersönliche und sachliche Stil der Bildungssprache und die Präzision in den Aussagen vermittelt (Reich 2008, zitiert nach Lange & Gogolin 2011: 113-114). Zusammengefasst sind die Indikatoren der Bildungssprache komplexe Satzkonstruktionen, die es notwendig machen, dargestellte Zusammenhänge grammatisch zu explizieren, aber auch Nominalisierungen und Komposita, die für eine hohe Begriffsdichte sorgen. Der unpersönliche und sachliche Charakter wird durch den Gebrauch von Passiv, unpersönlichen Formulierungen sowie Verallgemeinerungen ohne jegliche Situationsbezüge unterstützt. Weiters können durch die Verwendung des

Konjunktiv modale Konstruktionen in der Bildungssprache gebildet werden. (vgl. Feilke 2012: 10). SchülerInnen, welche die Bildungssprache beherrschen und situationsgerecht einsetzen können, sind in der Lage, diejenige Bedeutung aus Texten oder Aufgaben herauszulesen, die z.B. zum Bewältigen einer Lernaufgabe notwendig ist. Das bedeutet, sie können ihre sprachlichen Fähigkeiten dem Kontext entsprechend einsetzen, was wiederum entscheidend für ihren Schulerfolg ist und sich positiv auf diesen auswirkt (vgl. Lange & Gogolin 2011: 116).

Im Gegensatz zu Lange und Gogolin (2011) prägen Vollmer und Thürmann (2010) den Begriff der *Schulsprache*, die zu einem „reflektierten Umgang mit Merkmalen, Strategien und Elementen der [...] Textualität“ (Vollmer & Thürmann 2010: 12) führt. In ihrer Definition von Schulsprache, nennen sie jene sprachlichen Fähigkeiten, die in der dominanten Sprache der jeweiligen Schule vermittelt werden und beziehen sich somit auf dasjenige Sprachregister, das im Fachunterricht gebraucht wird. Vergleicht man die beiden Begriffsdefinitionen miteinander, beziehen sie sich auf dieselben Sprachmerkmale und Fähigkeiten. Beide verweisen auch darauf, dass eine kompetente Verwendung des schulsprachlichen bzw. bildungssprachlichen Registers langsamer erlernt wird, als die allgemeinsprachlichen Fähigkeiten und beziehen sich hier auf Cummins (2000). Allerdings wird in der Begriffsdefinition nach Vollmer und Thürmann (2010) nur die Schule als Lern- und Anwendungsort, dieser sprachlichen Fähigkeiten impliziert, weshalb in dieser Arbeit der Begriff *Bildungssprache* verwendet wird, der einen breiteren Rahmen und Kontext für die Sprachverwendung und -aneignung bereitstellt.

Einen weiteren Ansatz zur Erklärung der bildungssprachlichen Fähigkeiten liefert Cummins. Er hat neben den BICS die *Cognitive Academic Language Proficiency (CALP)* vorgestellt. Diese entspricht per Definition der Bildungssprache mit der damit verbundenen konzeptionellen Schriftlichkeit. CALP zeichnet sich laut ihm durch einen reduzierten Kontext, was kognitiv anspruchsvoller ist und mit jeder Jahrgangsstufe steigenden Anforderungen aus. Das Schreiben von kurzen Zusammenfassungen und die klare und zusammenhängende Strukturierung der Texte, wird beispielsweise in der Sekundarstufe I gefordert. In naturwissenschaftlichen Fächern hingegen wird in diesem Alter bereits das Verstehen von Sachtexten und die damit verbundene Informationsentnahme daraus verlangt. Hier zeigt sich, dass die Ausbildung der bildungssprachlichen Fähigkeiten nicht nur im Sprachunterricht stattfinden soll, sondern auch Aufgabe des Fachunterrichtes ist. Cummins stellt weiterhin klar, dass CALP nur

einmal von den SchülerInnen erlernt werden muss, weil sie, laut ihm, sprachunabhängig ist. SchülerInnen mit Migrationshintergrund, die in ihrer Erstsprache bereits CALP-Fähigkeiten erlernt haben, können diese auch in einer neuen Sprache anwenden, müssen aber trotzdem den zugehörigen Wortschatz und die Grammatik neu lernen (Cummins 2000, zitiert nach Pineker-Fischer 2017: 41-42). Für Gogolin und Duarte bilden diese „Erkenntnisse über Zusammenhänge zwischen sprachlichen Anforderungen und den mit ihnen verbundenen kognitiven Leistungen“ eine weitere Grundlage für den Begriff Bildungssprache (Gogolin & Duarte 2016: 482).

Auf Cummins' Ansatz wird sowohl in Lange und Gogolin (2011) als auch in Vollmer und Thürmann (2010) verwiesen. Aus der Definition von CALP geht auch hervor, dass der kognitive Aufwand für die SchülerInnen immer größer wird, je mehr und komplexere bildungssprachliche Fähigkeiten gefordert werden. Zudem stellt Cummins der CALP direkt die BICS gegenüber, weshalb der Unterschied in der Anwendung zwischen den beiden Sprachregistern *Bildungssprache* und *Alltagssprache* deutlich wird. Weiters bietet dieser Ansatz eine ausreichende Begründung, warum die Vermittlung von Bildungssprache nicht nur die Aufgabe eines einzelnen Faches ist, sondern ein Querschnitt aller Fächer sein muss, worauf später der Ansatz der Sprachbildung und -förderung im Fach aufbaut. Feilke macht deutlich, dass bildungssprachliche Mittel explizit vermittelt werden müssen, was die Lehrpersonen vor eine Herausforderung stellt, weil die Sprachformen nicht isoliert vermittelt werden können, sondern immer mit deren Funktionen in bestimmten Handlungskontexten verknüpft sein müssen (vgl. Feilke 2012: 11). Daraus lässt sich folgern, dass sprachliche Mittel, die im Biologieunterricht oder anderen Fächern Verwendung finden, auch in diesen Fächern vermittelt und thematisiert werden sollten, weil nur in diesen der entsprechende Kontext geschaffen werden kann, um ein Verständnis für die angemessene Verwendung des Sprachregisters zu entwickeln. Gut entwickelte bildungssprachliche Kompetenzen sind deshalb so entscheidend für den schulischen Erfolg, „weil über und durch sie Lernleistungen erfasst und bewertet, Arbeitsweisen und Bedeutungen ausgehandelt werden und Wirklichkeit erschlossen, kognitive Prozesse befördert und Wissen organisiert, erweitert und vertieft wird.“ (Vollmer & Thürmann 2011, zitiert nach Pineker-Fischer 2017: 110)

2.3 Fachsprache

Neben den Sprachregistern *Alltagssprache* und *Bildungssprache* ist dasjenige Register, das für den Fachunterricht wichtig zu definieren ist, das der *Fachsprache*. Eine Definition

für den Begriff zu finden, ist allerdings nicht so einfach, da es auch in der Literatur keine einheitliche Meinung dazu gibt. Fluck versteht unter Fachsprache

„eine – insbesondere in den Bereichen Wissenschaft und Technik – häufig verwendete Bezeichnung, die alle möglichen, verbalen und nichtverbalen [z.B. Symbole, Formeln, Grafiken] (Text-)Formen der fachbezogenen Verständigung (Fachkommunikation, Fachdiskurs) meint und oft in einem Gegensatz zum Begriff der üblicherweise verwendeten ‚Gemein-‘ oder ‚Standardsprache‘ gestellt wird.“ (Fluck 1997: 14)

Er definiert damit ein Konzept, das eine erleichterte Kommunikation in ganz bestimmten Bereichen der Wissenschaft zulässt. Zu dieser Kommunikation zählt für ihn nicht nur die verbale Form der Sprache, sondern schließt auch nichtverbale Mittel wie Symbole in seine Definition mit ein. Zudem grenzt er den Begriff der *Fachsprache* eindeutig von dem der *Alltagssprache* ab, wodurch deutlich wird, dass die Fachkommunikation oft über Wörter oder Symbole stattfindet, die man in der Alltagssprache nicht kennt oder in einem gänzlich anderen Kontext verwenden würde. Manche Fachwörter können in der Alltagssprache vorkommen, in dieser aber mit einer gänzlich anderen Bedeutung versehen sein, weshalb es zu Verwirrungen kommen kann, wenn man mit dem entsprechenden Vokabular nicht vertraut ist. Eine Definition für den Begriff *Fachsprache* zu finden, dem alle Sprachwissenschaftler zustimmen, gibt es nicht, aber im Diskurs lassen sich Übereinstimmungen bezüglich der Eigenschaften der Fachsprache finden, wonach Fachsprachen keine eigenständigen Sprachsysteme sind, weshalb die Fachlichkeit vor allem durch die Textqualität hergestellt wird (vgl. Fluck 1997: 14). In der Literatur herrscht außerdem der Konsens darüber, dass es keine universale Fachsprache gibt, die in allen Fächern gleichermaßen gilt, sondern jedes Fach eine eigene charakteristische Sprache aufweist. Roelcke gliedert Fachsprachen auf zweierlei Art. Zum einen nimmt er eine horizontale Gliederung vor, wobei die Einteilung hier aufgrund der Fächergliederungen und Fachbereichen vorgenommen wird. Dabei geht er davon aus, dass die Fachbereiche unabhängig von innersprachlichen Anzeichen aufgetreten sind, aber durch die Geschichte und vorherrschende politische Bedingungen beeinflusst werden. Davon ausgehend werden innersprachliche Merkmale gesucht, die eine solche Gliederung der Fachsprachen zulassen, woraufhin Roelcke drei verschiedene Bereiche definiert: die Wissenschaftssprache, Techniksprache und Institutionensprache. Innerhalb dieser Bereiche werden weitere Unterteilungen vorgenommen. Für diese Arbeit, die sich mit der Sprache im Biologieunterricht auseinandersetzt, ist die Wissenschaftssprache von Bedeutung, da sie in die *Sprache der Naturwissenschaften* und die *Sprache der Geisteswissenschaften* aufgegliedert wird. Weiters bietet Roelcke die sogenannte

vertikale Gliederung der Fachsprache an, in der er nicht die Fächergliederungen berücksichtigt, sondern sich mit den Abstraktionsgraden der verwendeten Sprache beschäftigt, die durch semiotische, sprachliche und kommunikative Merkmale unterschieden werden (vgl. Roelcke 1999: 34-35). Die Ansichten von Fluck und Roelcke lassen zunächst den Schluss zu, die Fachsprachen seien sehr stark von der Alltagssprache abgegrenzt. Seibicke geht davon aus, dass alle Fachsprachen sehr spezifisch auf ihr Fach und den damit verbundenen Betrachtungsweisen, Aufgaben und Methoden bezogen sind, was sie im Vergleich zur Alltagssprache sehr einsträngig macht. Trotzdem werden die verschiedenen Fachsprachen von der Alltagssprache umspannt, weil eine gelungene Kommunikation ohne sie nicht möglich wäre. (vgl. Seibicke 1981: 41) „Alle Fachsprachen sind somit Verzweigungen aus einer gemeinsamen Wurzel, die nicht im gleichen geistigen Boden mit der Gemeinsprache ruht.“ (Seibicke 1981: 41) Daraus lässt sich schließen, dass für den schulischen Kontext und somit für die sprachliche Bildung der SchülerInnen gute Kenntnisse der Alltagssprache ein Grundstock dafür sind, Fähigkeiten in der jeweiligen Fachsprache entwickeln und diese somit Schritt für Schritt erlernen zu können. Fluck ist der Ansicht, dass Fachsprachen spezifische Kommunikationsmittel sind, die eine möglichst präzise, kurze, aber zugleich eindeutige Verständigung zwischen Fachleuten erlauben. Durch sie können neue Themen, Verfahren sowie Gegenstände und wissenschaftliche Ergebnisse sprachlich aufgearbeitet und dargestellt werden. Da aber manchmal Wörter von der Fachsprache in die Alltagssprache übernommen und in dieser mit der gleichen Bedeutung verwendet werden, wird die Alltagssprache auch von den Fachsprachen erweitert. Dabei kann es auch vorkommen, dass die Fachwörter im Laufe der Zeit eine neue Bedeutung erhalten. Er präzisiert aber, dass eine solche Übernahme nur äußerst selten vonstattengeht, weil die Fachwörter innerhalb ihres Faches meistens mit einer sehr engen Bestimmung und Aufgabe verbunden sind. (vgl. Fluck 1997: 18) „Als Fachwort gilt vorerst alles Wortgut, das in einem Fachgebiet gebraucht wird.“ (Seibicke 1981: 42) Dabei sind aber nicht nur ganz spezielle Ausdrücke wie z.B. *Ribosom* gemeint, sondern auch Wörter wie *Beere* oder *Frucht*, die es in der Alltagssprache auch gibt. Den naturwissenschaftlichen Fachwortschatz kann man nicht zur Gänze erfassen, weil durch die Forschung immer wieder neue Fachwörter hinzukommen und der Sprachbedarf niemals gedeckt sein wird. Die Alltagssprache umfasst Schätzungen zufolge ca. 300 000 Wörter, wohingegen man es bei der naturwissenschaftlichen Fachsprache nicht genau erfassen kann, es aber ungleich mehr sind. Die Merkmale eines Fachwortes sind laut Seibicke Eindeutigkeit

sowie eine sehr genau beschriebene Bedeutung. (vgl. Seibicke 1981: 42-53) Fluck spricht den Fachwörtern die Hauptinformation der fachlichen Kommunikation zu und stellt alternative Bezeichnungen für den Begriff *Fachwort* an: *Benennung*, *Bezeichnung*, *Fachausdruck* und *Terminus*. Er führt weiter aus, dass jedes Fachwort einen konkreten fachbezogenen Inhalt aufweist und nicht in einem bestimmten Kontext angewendet werden muss, um verstanden zu werden. Als Merkmale von Fachwörtern werden Exaktheit, Eindeutigkeit, ein neutraler Stil und die Ausdruckskürze angeführt. (vgl. Fluck 1997: 35-36) Fluck (1997) und Seibicke (1981) sind sich in ihren Ansätzen darin einig, dass die Eindeutigkeit ein kennzeichnendes Merkmal aller Fachwörter darstellt. Überlegt man, dass der Wortschatz der Naturwissenschaften so viel größer ist als jener der Alltagssprache, werden die SchülerInnen während ihrer Schullaufbahn mit sehr vielen neuen Wörtern konfrontiert, die alle mit einer Bedeutung versehen sind, die man kennen muss, wenn man sie richtig einsetzen will. Zusätzlich zur Ausbildung der bildungssprachlichen Fähigkeiten müssen und jene Fachwörter ebenfalls vermittelt werden. Da laut Fluck der Inhalt dieser Fachwörter fachspezifisch festgelegt ist, findet diese Sprachvermittlung auch im Fach statt (vgl. Fluck 1997: 37).

2.4 Die Fachsprache der Naturwissenschaften

Da sich diese Arbeit mit der Sprache im Unterrichtsfach Biologie beschäftigt, ist es notwendig, sich etwas genauer mit der Fachsprache der Naturwissenschaften auseinanderzusetzen. Laut Buhlmann und Fearn ist die Fachsprache an die jeweiligen Denkelemente, Denk- und Mitteilungsstrukturen des Faches gebunden (vgl. Buhlmann & Fearn 2000: 13). In naturwissenschaftlichen Texten sind die Inhalte und Methoden ganz explizit festgelegt und Kommunikationsverfahren sind etwa *definieren*, *klassifizieren*, *vergleichen* und *beschreiben*. (vgl. Buhlmann & Fearn 2000: 52) Zusätzlich werden nonverbale, abstrakte oder spracharme Mittel verwendet, wozu etwa Formeln, Reaktionsgleichungen, Skizzen und Diagramme zählen (vgl. Schroeter-Brauss et al 2018: 11-12). Für diese Arbeit sind vor allem die von Buhlmann und Fearn angesprochenen Kommunikationsverfahren in den Naturwissenschaften interessant, weil diese Sprachhandlungen in den Aufgaben der Schulbücher und des kompetenzorientierten Unterrichtes sehr häufig verlangt werden. Lexikalische Besonderheiten von Fachsprachen sind laut Heusinger Nominalisierungen und nachgestellte substantivische Attribute. Durch die häufige Verwendung von Komposita kann viel fachlicher Inhalt möglichst kurzgefasst werden. Fachsprachliche Texte sind durch einen neutralen

Sprachstil gekennzeichnet, der durch die Verwendung von Passivformulierungen erzeugt wird und durch die unbestimmte Formulierung *Wir* statt der in wissenschaftlichen Texten ungern gesehenen Form *Ich* unterstützt wird. (vgl. Heusinger 2004: 52) Buhlmann und Fearnis ergänzen die häufige Verwendung von Substantiven als entscheidendes Merkmal, die meistens im Singular, mit einem unbestimmten Artikel und im Genitiv auftreten. Typisch sind auch Attribuierungen durch Adjektive, die eine präzise und differenzierte Beschreibung erlauben (vgl. Buhlmann & Fearnis 2000: 21-23). Schroeter-Brauss et al. stellen dar, dass eine Vermittlung dieser fachspezifischen Satz- und Textmerkmale zu einer präzisen, überzeugenden und stringenten Ausdrucksweise führt, die das Formulieren von Hypothesen oder Vergleichen qualitativ hochwertiger macht (vgl. Schroeter-Brauss et al 2018: 13). Diese angeführten sprachlichen Merkmale der naturwissenschaftlichen Fachsprache überschneiden sich bei näherer Betrachtung mit Merkmalen der Bildungssprache wie Nominalisierungen, Komposita, Passivkonstruktionen, unpersönliche Formulierungen, ein sachlicher Sprachstil und Verallgemeinerungen (vgl. Feilke 2012: 10). Laut Pineker-Fischer werden diese sprachlichen Mittel in verschiedenen Fachsprachen unterschiedlich eingesetzt, wobei es Überschneidungen gibt. Zusätzlich sind der Aufbau, die Struktur und Wortwahl fachspezifischer Textsorten wiederkehrend. Sie sieht die Unterschiede zur Bildungssprache vor allem in der Verwendung der Fachwörter, wobei aber die Fachsprache mehr ist als die Summe dieser Termini. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 65-67) Es lässt sich der Schluss ziehen, dass das Erlernen und Beherrschen der Bildungssprache in weiterer Folge das Verständnis von Fachsprache und deren Texten unterstützt. Da bildungssprachliche Kompetenzen auf der Alltagssprache aufgebaut werden und diese beiden sprachlichen Register für das Erlernen und Verstehen der Fachsprache wichtig sind, wird deutlich, dass es Kompetenzen in all diesen Sprachregistern benötigt, um erfolgreich an einer Kommunikation und Interaktion in der Schule und ihren Fächern teilhaben zu können. Diese Annahme wird durch Pineker-Fischer unterstützt:

Da fachsprachliche Fähigkeiten sich ausgehend von der Alltagssprache entwickeln, kann sich die Lehrperson nicht von der ersten Unterrichtsstunde an in der Fachsprache bewegen, denn dies würde bei den Schülern zu Verständnisschwierigkeiten führen. Findet eine dauerhafte Verharrung bei der Alltagssprache statt, bleiben wesentliche wissenschaftliche Ideen undeutlich und die Schüler erhalten keine Möglichkeiten, bildungssprachliche Kompetenzen zu erwerben. Die besondere Aufgabe des Lehrers ist [,] die Schüler beim allmählichen Übergang zu einer stärker fachsprachlichen Ausdrucksweise zu begleiten. (Pineker-Fischer 2017: 67)

In diesem Kapitel ist deutlich geworden, dass die Vermittlung von sprachlichen Mitteln der Bildungssprache gemeinsam mit fachlichen Inhalten stattfinden sollte, damit die

SchülerInnen die bildungs- und fachsprachlichen Kompetenzen im richtigen Kontext angemessen anwenden lernen. Deshalb ist die Sprache und Sprachvermittlung im Fach entscheidend für den Bildungserfolg der SchülerInnen.

3 Kompetenzorientierung

Das Wort Kompetenzorientierung fällt in den letzten zehn Jahren immer wieder, wenn es um die Planung von Unterricht geht. Der kompetenzorientierte Unterricht wurde entwickelt, weil die SchülerInnen der deutschsprachigen Länder bei den internationalen Leistungsvergleichsstudien PISA 2000 und TIMSS 1995 hinter den Erwartungen zurückgeblieben sind. Konkret lagen die Schwierigkeiten bei der Anwendung des erworbenen Wissens auf andere Fragestellungen oder Probleme, also beim Wissenstransfer. Deshalb sollte der Unterricht darauf ausgelegt werden, genau diese Fähigkeiten auszubilden. (vgl. Baer 2016: 29) Laut Weirer und Paechter liegt der Fokus beim kompetenzorientierten Unterricht auf den Ergebnissen der Unterrichts- und Lernprozesse, die wiederum als Kompetenzen definiert sind, wofür ein Grundstock an vernetztem Wissen notwendig ist (vgl. Weirer & Paechter 2019: 19). Um zu verstehen, wie ein kompetenzorientierter Unterricht aufgebaut und angelegt ist, muss zunächst der Begriff *Kompetenz* definiert werden. In weiterer Folge ist dieses Kapitel entscheidend für die dieser Arbeit zugrunde liegenden Fragestellungen, weil sich die Operatoren und Handlungskompetenzen, die im Fachunterricht heute eingesetzt werden, aus dem Kompetenzbegriff und dessen Umsetzung im Unterricht entwickelt haben.

3.1 Der Kompetenzbegriff

Es gibt viele verschiedene Definitionen des Begriffs *Kompetenz*, wobei jene von Weinert am häufigsten zitiert wird:

Kompetenzen werden verstanden als die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. (Weinert 2001, zitiert nach Nerdel 2017: 16)

Der Begriff Kompetenz beschreibt also das Vermögen, Probleme oder Fragestellungen, die in keinem schulischen Kontext stehen, mithilfe kognitiver Prozesse erfolgreich zu bearbeiten, wobei die Motivation, der eigene Wille und die soziale Bereitschaft eine große Rolle spielen. Weirer und Paechter beziehen sich auch auf die Definition des Begriffs Handlungskompetenz, die von der Kultusministerkonferenz (KMK) herausgegeben

wurde und einen breiteren Kontext miteinbezieht, als der reine Kompetenzbegriff an sich. Bei einer Handlungskompetenz handelt es sich um ein konkretes Bildungsziel, das im Zuge der Schullaufbahn erworben werden soll. Es ist „die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten.“ (KMK 2007, zitiert nach Weirer & Paechter 2019: 20) Im Vergleich zur Definition nach Weinert werden hier die fachliche sowie die methodische Komponente ergänzt. Am Ende der Schullaufbahn kompetent handeln zu können, setzt also nicht nur kognitive Prozesse voraus, sondern impliziert auch das Fach- und Methodenwissen, das durch kognitive Prozesse angewendet werden soll. Zusätzlich wird die Interaktion mit anderen Menschen angesprochen, die bei der erfolgreichen Teilnahme an einem Diskurs unerlässlich ist. Bei dieser Sichtweise der Handlungskompetenz wird ein breiterer Kontext mitgedacht, der bei der Anwendung der Kompetenzen notwendig ist. Der Begriff Handlungskompetenz wird auch in den österreichischen Lehrplänen verwendet. Konkret werden drei Kompetenzbereichen, *Aneignen von Fachwissen*, *Erkenntnisgewinn* sowie *Standpunkte begründen und reflektiert handeln*, spezifische Handlungskompetenzen zugeordnet, die erworben werden müssen. (vgl. RIS 2021: 234-235) Baer unterstützt den Kompetenzbegriff nach Ziegler, Stern und Neubauer, wonach Kompetenzen inhaltsbezogen sind und dazu befähigen, Aufgaben und Problemstellungen flexibel zu lösen. Dabei spielen die individuellen Voraussetzungen der SchülerInnen sowie deren Handeln in und das Bewältigen von verschiedenen Situationen zusammen. (vgl. Baer 2016: 30) Der Begriff ist jenem nach Weinert sehr ähnlich, wobei die individuellen Voraussetzungen sowohl das Erwerben von Fähigkeiten und Fertigkeiten als auch die Motivation, den Willen und die soziale Bereitschaft implizieren können. Allerdings ergänzt Baer, dass im modernen Verständnis von Bildung als Literalität die Kompetenzen aus Fachwissen, Fähigkeiten und überfachlichem methodischen, sozialen und personalen Wissen zusammengesetzt ist (vgl. Baer 2016: 31). Diese Ergänzung unterstützt den Kompetenzbegriff nach Weinert und jenem der Handlungskompetenz der KMK. Da in den Lehrplänen und dem Kompetenzmodell für das Fach Biologie und Umweltkunde der Begriff Handlungskompetenz verwendet ist, stützt sich diese Arbeit darauf.

Oberflächlich betrachtet könnte der Begriff *Kompetenz* rein mit dem *Handeln* oder *Ausführen* in Verbindung gebracht werden, wobei aber das Wissen nicht vergessen werden darf, das in den Handlungssituationen erworben, angewandt und erweitert wird. Ein solides Basiswissen ist laut Weirer und Paechter notwendig, um einen

Wissenstransfer und den komplexeren Problemlösungsprozess überhaupt erst durchführen zu können (vgl. Weirer & Paechter 2019: 22). In weiterer Folge nennen sie drei Wissensarten, die für das Erwerben von Kompetenzen erforderlich sind: *konzeptuelles*, *prozedurales* und *metakognitives Wissen*. Dabei bezieht sich das konzeptuelle Wissen auf die Fakten, Konzepte, Regeln und Prinzipien eines Faches, wobei es sich dabei um isolierte Informationen handelt, die in weiterer Folge miteinander vernetzt werden müssen, um zu Kategorien, Modellen oder Schemata zugeordnet werden zu können und in weiterer Folge die Beziehungen zwischen den einzelnen Fakten erkennen zu können (vgl. Weirer & Paechter 209: 22). Das prozedurale Wissen zeigt den Weg auf, der von der Aufgabenstellung zur Lösung führt. Es handelt sich dabei um das Wissen um relativ einfache Verhaltensweisen bis hin zu komplexen Handlungsmustern, die notwendig sind, um ein Problem zu betrachten (vgl. Weirer & Paechter 2019: 23). Diese Prozeduren lassen sich mit dem Wissen darüber vergleichen, wie eine operatorenbasierte Aufgabenstellung in der geforderten Art und Weise zu lösen ist. Das prozedurale Wissen ist dabei jenes um den Ablauf der Sprachhandlung zur Bearbeitung des Operators und somit unerlässlich im kompetenzorientierten Unterricht der Schulen. Das metakognitive Wissen beschreibt das Wissen über das eigene Wissen bzw. das strategische Wissen um Lernprozesse und Lernstrategien. Durch dieses Wissen kann Lernen geplant und formulierte Ziele erreicht werden, wobei im Unterricht vor allem Lesestrategien und Reorganisationsstrategien in Bezug auf Texte zu nennen sind, die kontrolliert eingesetzt werden können. Laut Weirer und Paechter spielt das metakognitive Wissen eine entscheidende Rolle bei den personalen Kompetenzen, wird aber vor allem zur Planung von Aufgabenlösungen eingesetzt. (vgl. Weirer & Paechter 2019: 23-24) Sie beschreiben den Anteil aller Wissensarten an der Lösung von Aufgabenstellungen folgendermaßen: „Um Aufgaben in einem Sachgebiet zu lösen, müssen in der Regel alle drei Wissensarten aktiviert werden - konzeptuelles, prozedurales und metakognitives Wissen.“ (Weirer & Paechter 2019: 24)

3.2 Kompetenzorientierter Unterricht

Nachdem der zugrunde liegende Begriff *Kompetenz* definiert wurde, muss man sich genauer damit beschäftigen, wie die Umsetzung dieses Konzeptes im Unterricht aussehen sollte, damit es zielführend sein kann. Weirer und Paechter beschreiben den kompetenzorientierten Unterricht folgendermaßen:

Um kompetenzorientiert zu unterrichten, reicht es nicht aus, einfach andere Methoden im Unterricht einzusetzen [...]. Es geht vielmehr um eine Veränderung in der didaktischen Perspektive und um eine neue Rollenverteilung von Lehrpersonen und Lernenden im Unterricht; die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern rücken in den Mittelpunkt des Interesses. Alle eingesetzten didaktischen Settings, Inhalte und Methoden dienen dazu, das Lernen der Schülerinnen und Schüler und damit deren Kompetenzentwicklung bestmöglich zu unterstützen.“ (Weirer & Paechter 2019: 29)

Diese Beschreibung von Weirer und Paechter wird durch Adamina und Hild unterstützt, die als Aufgabe des kompetenzorientierten Unterrichtes die Förderung von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen sehen, wobei gleichzeitig eine individuelle Entfaltung der SchülerInnen durch unterschiedliche Lernwege möglich sein sollte (vgl. Adamina & Hild 2019: 120). Dafür ist es aber notwendig, sich „mit den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, mit ihren [...] mitgebrachten Vorkenntnissen und Vorerfahrungen, mit ihren jeweils eigenen Zugangswegen und Lernweisen in Bezug auf spezifische Thematiken [zu] beschäftigen.“ (Weirer & Paechter 2019: 30) Das Ziel der Kompetenzorientierung im Unterricht ist, die SchülerInnen dazu zu befähigen, das Wissen, das sie in der Schule erlernt haben sowie die damit verbundenen Fähigkeiten und Fertigkeiten in Situationen anwenden zu können, die keinen Bildungskontext aufweisen, weshalb vernetztes Wissen Gegenstand des Unterrichtes sein sollte (vgl. Nerdel 2017: 15). Durch den veränderten Blickwinkel auf den Unterricht erhalten die Lehrpersonen eine neue Bedeutung. Mit den SchülerInnen als Zentrum, rücken die LehrerInnen in die Rolle als Begleiter von Lernprozessen. Um diese Rolle angemessen erfüllen zu können, benötigt es Sensibilität für die Anliegen und Bedürfnisse von SchülerInnen, eine genaue Beobachtungsgabe, um die individuellen Voraussetzungen einschätzen zu können und viel Geduld, welche die Basis für ein Vertrauensverhältnis darstellt. Ein entscheidender Punkt im kompetenzorientierten Unterricht ist aber schlussendlich auch die Begeisterungsfähigkeit der Lehrpersonen selbst, weil ein hohes Interesse der Lehrperson am eigenen Fach, die Motivation und das Interesse auf der SchülerInnenseite fördert. (vgl. Weirer & Paechter 2019: 34-37) Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im kompetenzorientierten Unterricht der Output im Vordergrund steht, also das, was die SchülerInnen am Ende ihrer Schullaufbahn an Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen erworben haben, um erfolgreich am gesellschaftlichen und fachlichen Diskurs teilzuhaben. Um dieses Ziel zu erreichen, wird ein hoher Anteil an SchülerInnenaktivität benötigt.

3.2.1 Merkmale kompetenzorientierten Unterrichtes

Sowohl Weirer und Paechter (2019) als auch Baer (2016) beschäftigen sich mit konkreten Merkmalen von Unterricht, der den Erwerb von Kompetenzen fördert. Weirer und Paechter stellen fest, dass die Grundlage dafür ein angstfreies Lernklima, Lernfreude und Lernformen statt konkreten Methoden sind (vgl. Weirer & Paechter 2019: 30). Weiters nennen sie die kognitive Aktivierung durch fordernde, aber abgestimmte Aufgabenstellungen, welche Lösungsstrategien erfordern und alle drei Wissensarten fördern, wodurch tiefes und vernetztes Wissen erworben werden kann. Neu erworbenes Wissen sollte mit bereits vorhandenem vernetzt werden, indem Wissensgebiete aufeinander aufbauen und der Transfer auf andere Anwendungsbereiche ermöglicht wird, wodurch prozedurales und metakognitives Wissen benötigt und angewandt werden. Zudem sollen die Kompetenzen regelmäßig in geeigneten Anwendungssituationen geübt und angewandt werden, um nachhaltig gefördert zu werden und eine Routine beim Bearbeiten von Aufgabenstellungen zu etablieren. Dafür schlagen sie kooperative Lernformen vor, weil dadurch nicht nur vernetztes Wissen aufgebaut werden kann, sondern durch die Diskussion und Interaktion mit den MitschülerInnen Inhalte in Zusammenhang gebracht, erklärt, überprüft und in Worte gefasst werden müssen und somit komplexe kognitive Prozesse gefördert werden. Aufgabenstellungen sollten zudem immer mit Blick auf die Binnendifferenzierung erstellt werden und der Lernfortschritt durch die SchülerInnen selbst reflektiert werden. Diese Reflexion fördert das metakognitive Wissen, weil SchülerInnen für eigene Fähigkeiten und Fertigkeiten sensibilisiert werden und somit Stärken und Schwächen ihres Lernprozesses erkennen lernen. (vgl. Weirer & Paechter 2019: 31-34) Unterstützt werden diese Ausführungen von Nerdel, die eine nachhaltige Kompetenzentwicklung als langfristigen Prozess beschreibt, der in konkreten Handlungssituationen stattfindet (vgl. Nerdel 2017: 16). Baer hingegen stützt sich auf den kompetenzorientierten Unterricht, wie er von Müller, Gartmeier und Prenzel beschrieben wird. Dabei sollen die Lerninhalte in Bezug zu einer konkreten Problemsituation stehen, um Wissen und Kompetenzen zum Lösen vielfältiger, komplexer und alltagsnaher Probleme erwerben. Dies soll mithilfe verschiedener Lösungswege geschehen, wobei die Ergebnisse anschließend dokumentiert und interpretiert werden. Außerdem soll die kognitive Aktivierung eine aktive mentale Auseinandersetzung mit dem Gegenstand ermöglichen, wodurch das Hinterfragen gefördert wird. Auch bei diesem Konzept stehen kooperative Lernformen im Zentrum der Kompetenzorientierung, weil sie den Diskurs über Vorstellungen anregen und zudem

soziale und personale Kompetenzen fördern. Wie bei Weirer und Paechter soll auch hier mit der Heterogenität der SchülerInnen gearbeitet werden. Gemeint ist damit, Aufgaben mit unterschiedlichen Anspruchsniveaus zu entwickeln, die mithilfe der individuellen Voraussetzungen bearbeitet werden können. (vgl. Baer 2016: 37) Was bei Baer als Umgang mit Heterogenität bezeichnet wird, sind bei Weirer und Paechter die individuellen Unterschiede, wobei im Konzept nach Müller et al. genauer darauf eingegangen wird, wie man die Binnendifferenzierung konkret umsetzen kann. Ansonsten ähneln sich die beiden kompetenzorientierten Unterrichtsansätze sehr.

3.2.2 Kompetenzorientierter Biologieunterricht

Die Lehrpläne der Naturwissenschaften geben die Kompetenzorientierung bereits vor. Es werden Kompetenzerwartungen definiert, welche die Bildungsstandards für den Naturwissenschaftsunterricht darstellen und bei der Planung von Unterricht berücksichtigt und transparent gemacht werden müssen. Dabei werden stets eine Inhalts- und eine Handlungsdimension vorgegeben. (vgl. Killermann, Hiering & Starosta 2018: 60-61; siehe auch Hofer 2010; Nerdel 2017) Im österreichischen Lehrplan für Biologie werden die zu erwerbenden Kompetenzen ebenfalls in einer Inhalts- und einer Handlungsdimension vorgegeben. In den Basiskonzepten sind die notwendigen Fachinhalte und Themenbereiche aufgelistet, in denen die SchülerInnen Kompetenzen erwerben sollen und im Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für das Fach Biologie sind die Handlungskompetenzen definiert, die weniger das fachliche Wissen beschreiben, sondern jene Kompetenzen wiedergeben, mit denen die SchülerInnen das Fachwissen erarbeiten, darstellen und interpretieren sollen. (vgl. RIS 2021: 234-236) Laut Killermann et al. bezieht sich „die Handlungsdimension [...] auf grundlegende Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung [...], auf Kommunikation und auf die Anwendung und Bewertung biologischer Sachverhalte in fachlichen und gesellschaftlichen Kontexten.“ (Killermann et al 2018: 63) Vergleicht man diese Aussage mit den Definitionen des Kompetenzbegriffs, lässt sich erkennen, dass die Handlungsdimension entscheidend für die Entwicklung von prozeduralem und metakognitivem Wissen ist. Da diese beiden Wissensarten entscheidend für die Ausbildung von Kompetenzen sind, lässt sich in den Lehrplänen die Kompetenzorientierung sehr deutlich feststellen. Die Nachhaltigkeit der Bildungsstandards wird in weiterer Folge durch Bildungsmonitoring, auf Schul-, Länderebene sowie auf internationaler Ebene kontrolliert, wodurch die Bildungsqualität

beobachten und überprüfen soll (vgl. Killermann et al 2018: 64). Laut Hofer wurde in den Naturwissenschaften früher sehr lehrerInnenzentriert und wissensvermittelnd unterrichtet, was Langeweile geschürt und die Motivation sinken hat lassen (vgl. Hofer 2010: 5). Killermann et al. zeigen auf, dass durch die Kompetenzorientierung der Schwerpunkt im Naturwissenschaftsunterricht nicht nur auf der Vermittlung von Fachwissen liegt, sondern anwendungsbezogenes Wissen vermittelt wird, das problembezogene Reorganisation und Neukombination von Wissens-elementen miteinschließt (vgl. Killermann et al 2018: 62). Daran anschließend plädiert Hofer im kompetenzorientierten Unterricht für den Einsatz des forschenden Lernens, weil dabei laut Definition fachliches Wissen und praktisches Können, also die Ziele der Kompetenzorientierung, gemeinsam erworben werden können und der Mehrwert dieser Lernform im Vertrauen auf das eigene Können besteht. (vgl. Hofer 2010: 5-10) Als geeignete Methode nennt Hofer die Lernspirale, die mit konkreten Aufgabenstellungen und einem hohen Anteil eigenständiger SchülerInnenaktivität arbeitet und auch kooperatives Lernen ermöglicht. Auf eine Einzelarbeit folgt bei der Lernspirale eine Partnerarbeit und endet schließlich mit einer Gruppenarbeit, während dieser eine Präsentation der Ergebnisse und wichtigsten Inhalte zusammengestellt wird. Anschließend an die Präsentationen der einzelnen Gruppen, gibt es noch eine Plenumsdiskussion, um die gelernten Inhalte zu reflektieren und einzuordnen. (vgl. Hofer 2010: 12-20) Der forschende Unterricht ist laut Hofer deshalb so gut geeignet, um kompetenzorientiert zu unterrichten, weil dabei „Wissen als ein Prozess gesehen [wird], in den der lernende Mensch eintaucht.“ (Hofer 2010: 21) Dabei wird der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess nach Karl Popper durchlaufen und Problemstellungen bearbeitet, während deren Bearbeitung Fragen aufgeworfen werden, denen die SchülerInnen nachgehen können (vgl. Hofer 2010: 22-24). Die kooperativen Lernformen stehen beim forschenden Lernen im Zentrum, weil die Motivation gesteigert und Freude am Lernen ermöglicht werden kann (vgl. Hofer 2010: 28). Es geht also darum, auch prozedurale und metakognitive Komponenten zu trainieren. Es findet kein *teaching to the test* statt, nachdem das Wissen wieder vergessen wird, sondern Fähigkeiten werden erworben, die für einen Transfer der Handlungskompetenzen entscheidend und auch außerhalb der Schule anwendbar sind, womit das forschende Lernen der Kompetenzorientierung folgt. Auch bei Killermann et al. findet man viele konkrete Lernformen für schülerInnenzentrierten Unterricht zur Förderung von Kompetenzen, wobei kooperative Lernformen dominieren und Selbstständigkeit sowie

Eigenverantwortlichkeit gefördert wird (vgl. Killermann et al 2018: 199-219). Nerdel unterstützt im Sinne der Kompetenzorientierung den Einsatz von Lernaufgaben (wie auch Baer 2016), weil damit das Konzept der *Scientific Literacy*, der naturwissenschaftlichen Grundbildung, das ebenfalls als Reaktion auf die PISA & TIMSS-Ergebnisse entwickelt wurde, gefördert wird. Dabei sollen jene Fähigkeiten und Fertigkeiten entwickelt werden, die eine erfolgreiche Teilnahme am naturwissenschaftlich-technischen Diskurs in der Gesellschaft ermöglichen. (vgl. Nerdel 2017: 15). Diese angesprochenen Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Teilnahme am gesellschaftlichen Diskurs lassen bereits darauf schließen, dass die *Scientific Literacy* sich am Kompetenzbegriff orientiert und in einen kompetenzorientierten Unterricht eingegliedert ist. Nerdel bestätigt das in weiterer Folge, indem sie das Ziel des Konzeptes näher definiert: „Die naturwissenschaftlichen Kompetenzen sollen zur Ausbildung eines Selbst- und Weltverständnisses beitragen, eine Schulung der naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen beinhalten und die Sicherung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses ermöglichen.“ (Nerdel 2017: 15) Das Ziel ist es also, am Ende der Schulzeit SchülerInnen zu sehen, die mit den Arbeitsweisen der Naturwissenschaften vertraut sind, einen Einblick in deren Erkenntnisprozess gewonnen haben und diese Kompetenzen auch auf außerschulische Themen und Fragen anwenden können. Damit ist die *Scientific Literacy* ähnlich ausgelegt, wie das allgemeine Konzept der Kompetenzorientierung. Nerdel nennt ein tiefgehendes Verstehen von Konzepten, Phänomenen und Prozessen, bei dem auch eine Vernetzung mit Inhalten anderer Disziplinen, der Gesellschaft und Kultur stattfinden kann, als die höchste Kompetenzstufe, die im Schulverlauf erreicht werden kann. (vgl. Nerdel 2017: 15) Lernaufgaben stellen laut ihr eine Möglichkeit dar, Fragestellungen zu überprüfen und beantworten. Dabei fördern sie das naturwissenschaftliche Grundwissen und die Fachsprache, bedienen sich spezifischer Denk- und Arbeitsweisen, sind kontextorientiert und bieten Hilfen an. Diese Hilfen sind dafür da, um allen SchülerInnen mit ihren unterschiedlichen Lernvoraussetzungen die Möglichkeit zu geben, den Arbeitsprozess selbstständig durchzuführen und zu einem zufriedenstellenden Ergebnis zu kommen. Auch bei der Bearbeitung von Lernaufgaben wird der Mehrwert von kooperativem Lernen betont und als Methode vorgeschlagen. (vgl. Nerdel 2017: 29-30) Auch Adamina und Hild unterstützen den Einsatz von Lernaufgaben mit *Kontext, Aktivierungsteil, Gerüsten und Hilfen* als Unterstützung sowie *Angaben für die Lösung*, um den Reflexionsprozess und Austausch mit anderen zu ermöglichen, wobei die eigentliche Handlungsaufforderung im Aktivierungsteil eingebaut ist. Zusätzlich werden

Problemstellungen und Anweisungen angegeben, die darlegen, was erwartet wird. (vgl. Adamina & Hild 2019: 124) Sie verweisen in weiterer Folge auf die Bedeutung von sprachlichen Kompetenzen zur Bearbeitung von Aufgabenstellungen:

Lesekompetenzen und Kompetenzen der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit in Verbindung mit naturwissenschaftlichen Kontexten und Inhalten beziehen sich dabei sowohl auf die Darlegung der Kontexte [...], die Aufgabenstellungen selbst, die Bearbeitungsformen, den Austausch von Ergebnissen, das Festhalten, Dokumentieren und Präsentieren sowie das Reflektieren über das Lernen. (Adamina & Hild 2019: 130)

Damit unterstützen sie das Ziel der Entwicklung von bildungssprachlichen Kompetenzen im Fach. Es zeigt sich, dass die Komplexität der sprachlichen Anforderungen durchaus bewusst wahrgenommen wird, weshalb man sich Gedanken um die konkreten sprachlichen Anforderungen machen und Konzepte zur Sprachbildung im Fach heranziehen und einsetzen muss. Man erkennt, dass der kompetenzorientierte Unterricht nur im Kontext der Sprachbildung und mithilfe bildungssprachlicher Fähigkeiten möglich ist, weshalb die Entwicklung sprachlicher Kompetenzen von Beginn an mitgedacht werden muss, was im Verlauf dieser Arbeit erörtert werden wird. Um am Ende überprüfen zu können, ob die Kompetenzen erreicht wurden, müssen laut Labudde für sämtliche Aufgabenstellungen Ziele anhand der Kompetenzbereiche im Lehrplan formuliert werden, die sich an den Basiskonzepten sowie den Handlungskompetenzen orientieren und meist Operatoren beinhalten (vgl. Labudde 2019: 14-16). Anhand der Verwendung von Operatoren in Lernzielen lässt sich bereits erkennen, wie wichtig die Operatoren zur Planung und Umsetzung des kompetenzorientierten Unterrichtes sind. Diese Annahme wird durch Feilke unterstützt, der Operatoren als Ankerpunkte des kompetenzorientierten Unterrichtes sieht (vgl. Feilke 2012: 12).

4 Sprache und Sprachbildung im Fach

Der Sprache, die im Unterricht gesprochen wird, muss man genauer betrachten, weil ihr eine bedeutende Rolle zukommt. Zum einen findet die Vermittlung fachlicher Inhalte, wie bereits erwähnt, durch Sprache statt. Zum anderen ist der kompetenzorientierte Unterricht, wie er dargestellt und gefordert wird, nur durch konkretes Sprachhandeln möglich. Tajmel hat bei Analyse mehrerer Lehrpläne festgestellt, dass die Förderung der geforderten Kompetenzbereiche in den verschiedenen Unterrichtsfächern ohne aktives Sprachhandeln nicht möglich ist: Es wird gezeigt, „dass jeder Kompetenzbereich in hohem Maße Sprachhandlungen impliziert und dass die Vermittlung fachbezogener Sprachhandlungskompetenz somit eine wesentliche Komponente fachdidaktischen

Lehrerhandelns darstellt [...].“ (Tajmel 2011: 1) Sie stellt durch diese Analyse fest, dass die Sprache im Fach aktiv verwendet werden muss, um die notwendigen Kompetenzbereiche zu erreichen. Zudem untermauert sie die Ansichten aus dem Konzept der Bildungssprache, dass die Sprachvermittlung im Fach stattfinden muss, um die bildungssprachlichen Kompetenzen erwerben zu können und diese nicht auf den Deutschunterricht verlagert werden können:

Jeder Kompetenzbereich und nahezu jeder Bildungsstandard, der im naturwissenschaftlichen Unterricht angestrebt wird, beinhaltet Sprache und sprachliches Handeln. [...] Diese Sprachhandlungen finden sich zwar auch im Rahmenlehrplan für Deutsch, sie sind also fächerübergreifend in Anwendung, unterscheiden sich jedoch in ihren Anwendungsbereichen. [...] Diese Sprachhandlungen sind fachspezifisch und ihre Vermittlung ist daher im Fachunterricht zu verorten. (Tajmel 2011: 9)

Schmölzer-Eibinger teilt diese Meinung, dass die Sprache im Fach ein unumgängliches Beschäftigungsfeld sein muss:

Sprache ist in der Schule konstitutiv für das Lehren und Lernen in jedem Fach, das gilt für den Physikunterricht ebenso wie für den Geschichts- oder den Biologieunterricht. Inhalte werden primär über Sprache vermittelt und mittels Sprache gelernt. Ohne Sprache ist Wissenserwerb im Fachunterricht nicht möglich – Sprache ist ein zentrales Medium des Lernens in jedem Fach. (Schmölzer-Eibinger 2013: 25)

Schmölzer-Eibinger verweist in weiterer Folge auf die Bildungssprache, als zentrales Element der schulischen Bildung. Sie unterstützt die Auffassung, dass Bildungssprache in allen Bildungskontexten vorkommt und deren Beherrschung für eine erfolgreiche Schullaufbahn notwendig ist, weshalb diese in allen Fächern systematisch vermittelt werden muss. Ihrer Ansicht nach hat die Schule eine Selektionsfunktion inne, weil sie bestimmt, in welcher Sprache das Wissen weitergegeben und erlernt wird und so zu einem sprachlichen Handlungsraum wird. (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 26) „Über die Festsetzung von sprachlichen Normen und Standards wird der Zugang zu Wissen und damit die Verteilung von Chancen auf den Schulerfolg bestimmt.“ (Schmölzer-Eibinger 2013: 26) Trotzdem muss man einen genaueren Blick darauf werfen, welche Bestandteile die Sprache, die in den Unterrichtsfächern benötigt und gesprochen wird, aufweist, damit man sich als Lehrkraft gezielt mit den sprachlichen Anforderungen auseinandersetzen und diese bei der Planung und Vorbereitung von Unterricht einbeziehen kann. Ahrenholz plädiert deshalb für eine genauere Betrachtung der „Sprachlichkeit von Unterricht“ (Ahrenholz 2017: 8-9), weil die Register Bildungssprache und Fachsprache sich nicht nur auf die Schule beschränken, sondern in allen Bildungs- und Fachdiskursen verwendet werden. Für ihn ist die Sprache der Schule und in weiterer Folge auch jene des Fachunterrichtes eine Mischung aus mehreren Registern, zu denen die medial mündliche

sowie schriftliche Bildungssprache zählen, aber auch die jeweiligen Fachsprachen sowie die Wissenschaftssprache. Bei der mündlichen und schriftlichen Bildungssprache erachtet er vor allem jene Sprachmittel als wichtig, die die für die Aneignung sowie Vermittlung von Wissen notwendig sind und vom Alter, dem Fach und der Schulart abhängig sind. Weiters zählt er die alltagssprachlichen Kompetenzen zu den Sprachen der Schule, die in einer Klasse häufig in mehreren Sprachen vorhanden sind. Als letztes verweist er in seinem Modell auf die Sprache des sozialen Miteinanders, die in seinem Modell aber den kleinsten Anteil an der Sprache der Schule einnimmt. (vgl. Ahrenholz 2017: 8-9) Weiters ist Ahrenholz der Meinung, dass das Konzept der Bildungssprache nicht ausreichend ist, um die Indikatoren der Sprachverwendung im Fach zu beschreiben, weil die verschiedenen Sprachmittel auch in anderen Kontexten verwendet werden. Laut ihm kann man die Anzeichen und Merkmale der Bildungssprache zwar als Teil der sprachlichen Anforderungen im Unterricht sehen, sollte aber nicht nur auf diesen Begriff verweisen, wenn es um die Sprachverwendung in der Schule geht. (vgl. Ahrenholz 2017: 22) Ahrenholz knüpft also an die Register der Bildungs- und Fachsprache als Sprachen in der Schule an, stellt aber auch klar, dass man das alltagssprachliche Register und die sprachlichen Besonderheiten des sozialen Miteinanders nicht außer Acht lassen darf. Zudem ist es als Lehrperson zwingend notwendig, sich nicht nur mit den allgemeinen bildungssprachlichen Kompetenzen auseinanderzusetzen und die fachsprachlichen Komponenten hinzuzufügen. Man muss sich für jedes Thema eigens mit den konkret erforderlichen sprachlichen Mitteln auseinandersetzen, um einen Gesamtüberblick über die Sprache im Fach zu haben. Handt und Weis sehen ähnliche sprachliche Anforderungen im Fachunterricht wie Ahrenholz (2017): „Die sprachlichen Anforderungen im Fach Sachunterricht umfassen v.a. sprachliche Register der Unterrichtssprache, sprachliche Merkmale der Textsorten und durch Operatoren (z.B. benennen, beschreiben, vergleichen, [...]) geforderte Sprachhandlungen.“ (Handt & Weis 2015: 75) Diese Anforderungen lassen sich sowohl der Alltags- und Bildungssprache, als auch der Fachsprache zuordnen, da die sprachlichen Merkmale der Textsorten oft fachspezifisch sind. Die Operatoren lassen sich dabei der Bildungs- und Fachsprache zuordnen. Die geforderten Sprachhandlungen sind zwar Teil der Bildungssprache und ein Ankerpunkt für den kompetenzorientierten Unterricht, allerdings setzen Operatoren, in verschiedenen Fächern, oft unterschiedliche Sprachhandlungen voraus. Ein Experiment im Unterrichtsfach Biologie zu *beschreiben* erfordert, wie im Kapitel zur Bildungssprache erwähnt, andere Fähigkeiten und sprachliche Mittel, als eine

Personenbeschreibung im Deutschunterricht zu erstellen. Zudem zeigt sich hier, wie wichtig die Operatoren in der Sprachbildung sind, weshalb deren genauer Einsatz im Unterricht entscheidend ist.

Handt und Weis formulieren ausgehend von ihrer Betrachtungsweise der sprachlichen Anforderungen im Sachunterricht ihre Definition von Unterrichtssprache. Dabei sind vor allem fach- und bildungssprachliche Merkmale der Hauptbestandteil, die sie von der Alltagssprache unterscheiden. Da im Unterricht meist in ganzen Sätzen kommuniziert wird und sprachliche Äußerungen „unpersönlich, abstrahierend und allgemeingültig“ (Handt & Weis 2015: 76) sind, können viele Handlungen wie Mimik oder Gestik, die in der Alltagssprache das Verständnis unterstützen, im Unterricht nicht immer eingesetzt werden. Neben der sprachlichen Kompetenz, die für das Verstehen und Lernen notwendig ist, verdeutlichen Handt und Weis aber auch die Rolle des Fachwissens. „Neben der fach- und bildungssprachlichen Kompetenz, die vorhanden sein muss, um die Unterrichtssprache zu verstehen, ist zu beachten, dass für das Verstehen der Bildungssprache immer auch schon ein fachliches Verständnis vorausgesetzt wird.“ (Handt & Weis 2015: 76) Das ist deshalb notwendig, weil mit den Begriffen im Fachunterricht auch immer größere, fachliche Konzepte verknüpft sind, deren Kenntnis entscheidend für das Verstehen und Anwenden der Fachsprache ist (vgl. Handt & Weis 2015: 76; Schroeter-Brauss et al 2018). So muss ein/e SchülerIn im Fach Biologie ein konzeptuelles Verständnis besitzen, um den Begriff der *ökologischen Nische* zu verstehen, da mit diesem Begriff in der Biologie verschiedene ökologische Konzepte verbunden sind, denen eine Alltagsvorstellung des Begriffs *Nische* nicht gerecht werden kann. Zuletzt unterstreichen Handt und Weis die Ansicht der anderen Autoren, dass fachliches Lernen nicht ohne Sprachbildung ablaufen kann: „Sprachliches und fachliches Lernen bedingen einander und sind in einem Unterricht, der allen Schülerinnen und Schülern in ihren unterschiedlichen fachlichen und sprachlichen Lernausgangslagen gerecht wird, als didaktische Einheit zu betrachten.“ (Handt & Weis 2015: 76)

Sowohl Schmolzer-Eibinger (2013) und Ahrenholz (2017) als auch Handt und Weis (2015) sowie Jahnke-Klein und Busse (2019) sind der Ansicht, dass fach- und bildungssprachliche Mittel die Hauptkomponente der sprachlichen Anforderungen im Fachunterricht ausmachen. Ahrenholz weist allerdings darauf hin, dass zusätzlich zu diesen beiden Sprachregistern auch noch die Alltagssprache und das soziale Miteinander in eine Betrachtung von Sprache in der Schule und in weiterer Folge im Fach

miteinbezogen werden müssen. Handt und Weis stellen zudem fest, dass vor allem im Fachunterricht der Naturwissenschaften ein erweitertes konzeptuelles Verständnis notwendig ist, das zusätzlich zu den sprachlichen Mitteln, mit denen bestimmte Phänomene beschrieben werden, hohe kognitive Anforderungen an die SchülerInnen stellt. Diese erscheinen zwar auf den ersten Blick nicht sprachlich, allerdings sind zur Wiedergabe dieser Konzepte zum einen das fachliche Verständnis, zum anderen aber auch hohe sprachliche Kompetenzen notwendig, ohne die abstrakte Inhalte gar nicht vermittelt werden könnten.

Zuletzt sollen noch konkrete sprachliche, lexikalische, grammatische und syntaktische Mittel besprochen werden, die im Fachunterricht häufig Verwendung finden und bereits in der Registerdefinition von Fachsprache angerissen wurden. Handt und Weis zählen zu diesen Sprachmitteln vor allem die Fachlexik, Komposita, Passivkonstruktionen, Partizipialattribute und fachspezifische Satzstrukturen, wobei sie hier Konditional- und Kausalsätze besonders betonen (vgl. Handt & Weis 2015: 76). Schroeter-Brauss et al. ergänzen unpersönliche Pronomen und Formulierungen, Nominalisierungen, Infinitivkonstruktionen und Subjunktionen für die Sprache der Fächer (vgl. Schroeter-Brauss et al 2018: 107). Ahrenholz fügt dem noch Präfix- und Partikelverben sowie spezifische Konnektoren und Diskursfunktionen hinzu (vgl. Ahrenholz 2017: 10). Bei diesen Diskursfunktionen handelt es sich um Operatoren, die laut Handt und Weis von den SchülerInnen ganz gezielte Sprachhandlungen fordern, die im Unterricht eingeübt werden müssen, weil Operatoren in den Aufgabenstellungen des kompetenzorientierten Unterrichts allgegenwärtig sind (vgl. Handt & Weis 2015: 76). Schmölder-Eibinger geht in ihrer Beschreibung zur Sprachverwendung im Fach zudem noch auf die Satz- sowie Textebene ein, indem sie komplexe Attribute, eine hohe lexikalische Dichte und die fehlende Redundanz, als Merkmale nennt (vgl. Schmölder-Eibinger 2013: 26). Ausgehend von dieser allgemeinen Beschreibung der Sprache im Fach, wird im weiteren Verlauf der Arbeit ein gezielter Blick auf die Sprache im Biologieunterricht geworfen. Jahnke-Klein und Busse beziehen sich ebenfalls auf die textuellen Merkmale und den besonderen Stil der Sprache in naturwissenschaftlichen Fachtexten, wenn sie sprachliche Herausforderungen darstellen:

Außer den Fachbegriffen sind es typische Konstruktionen und Gestaltungsmerkmale des Satzbaus und Sprachstils, die die Fachsprache so schwer verständlich machen. Diese kommen in der Alltagssprache kaum vor und sind insbesondere durch den damit verbundenen unpersönlichen neutralen Stil für den Laien wenig ansprechend [...]. Der Sprachstil ergibt sich aus dem Anspruch fachlich korrekt zu sein. (Jahnke-Klein & Busse 2015: 118)

In weiterer Folge argumentieren sie, dass dieser Sprachstil mit der genauen Formulierung von Aussagen und Definitionen verbunden ist, weil Ungenauigkeit in den Naturwissenschaften verpönt ist (vgl. Jahnke-Klein & Busse 2019: 118).

4.1 Sprachliche Besonderheiten in den naturwissenschaftlichen Fächern

Im vorhergehenden Kapitel stand die Sprache im Unterricht im Blickpunkt, ohne einen Fokus auf ein bestimmtes Unterrichtsfach zu legen. Allerdings unterscheidet sich die Verwendung sprachlicher Mittel von Fach zu Fach, weshalb eine genauere und detailliertere Betrachtung der verwendeten Sprache im Biologieunterricht notwendig ist. Beese und Siems haben sich mit den zentralen Sprachelementen im Unterricht der Naturwissenschaften auseinandergesetzt und sind dabei unter anderem genauer auf die Biologie eingegangen. „Wie jeder Fachunterricht konstituiert sich auch der naturwissenschaftliche Unterricht in einer spezifischen Fachsprachlichkeit, die für die Schülerinnen und Schüler in ihrem Hören, Sprechen, Lesen und Schreiben eine Herausforderung darstellt.“ (Beese & Siems 2015: 93) Damit stellen sie, wie viele andere, fest, dass die Anforderungen, die aus der naturwissenschaftlichen Fachsprache resultieren, ein zentraler Bestandteil des Fachunterrichtes sind, weil die Sprache das zentrale Element für das fachliche Verstehen ist (Beese & Siems 2015; Jahnke-Klein & Busse 2019; Schmolzer-Eibinger 2013 u.a.). In weiterer Folge stellen Beese und Siems die konkreten sprachwissenschaftlichen Merkmale auf Wort-, Satz- und Textebene dar, wobei viele der Sprachmittel auf die Sprache anderer naturwissenschaftlicher Fächer übertragbar ist. Drumm konkretisiert in ihrer Arbeit die Sprache im Biologieunterricht: „Die Sprache des Faches Biologie ist gekennzeichnet durch Dichte und Komplexität und orientiert sich an der Fachsprache der wissenschaftlichen Disziplin.“ (Drumm 2017: 57) Auf der Wortebene nennen Beese und Siems spezifische Nomen, Verben und Adjektive. In den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern sind Komposita ein Hauptbestandteil der Sprache, wobei diese meist aus Nomen bestehen, weil damit eine Ausdruckskürze erreicht wird. Neben den Komposita sind spezifische Verben ein weiterer Bereich innerhalb der sprachlichen Merkmale der naturwissenschaftlichen Fachsprache. Dabei sind etwaige Präfixe oder Suffixe zu thematisieren, die nur im fachlichen Zusammenhang einen Sinn ergeben. Zudem müssen Präpositionen erlernt werden, die gemeinsam mit den Verben häufig auftreten. Hierbei ist eine zusätzliche Schwierigkeit, dass einzelne Präpositionen einen bestimmten Kasus fordern, der immer angegeben werden sollte. Es gibt auch Adjektive, die innerhalb einer Fachsprache eine konkrete Bedeutung haben und

durch Komposition aus Nomen und Adjektiv (*energiereich, sauerstoffarm, ...*) entstehen oder mithilfe von Wortbildungssuffixen (-los, -bar, ...) gebildet werden. (vgl. Beese & Siems 2015: 94-97) Drumm ergänzt in ihrem Verständnis der biologischen Fachsprache Entlehnungen aus dem Griechischen und Lateinischen sowie Lehnübersetzungen aus dem Englischen. Zudem sieht sie Modalpartikel, Präpositionalgruppen und Funktionsverbgefüge als Bestandteil der biologischen Fachsprache (vgl. Drumm 2017: 38-44). Beese und Siems beschreiben die Merkmale, die Satz- und Textebene gemeinsam betreffen. Hier dominieren Sprachmittel, die Aussagen zeit- und personenunabhängig erscheinen lassen und die Unpersönlichkeit unterstreichen. Das wird vor allem durch Formulierungen mit man, Passivformen, Infinitivkonstruktionen und Nominalphrasen, die teilweise durch sehr komplexe Attribuierungen erweitert werden, erreicht. Diese Attribuierungen sind in der Biologie vor allem Adjektive, satzwertige Attribute, Genitiv- und Präpositionalattribute. (vgl. Beese & Siems 2015: 98-99) Laut Drumm gehören zu den spezifischen Mitteln der Satzebene auch das Präsens als Zeitform, weil damit eine zeitlose, andauernde Gültigkeit von Fachinhalten dargestellt wird und Relativsätze als häufigste syntaktische Form (vgl. Drumm 2017: 46). Sprachliche Mittel auf der Textebene sind laut Beese und Siems vor allem jene, die eine Darstellung von Zusammenhängen, in der Biologie vor allem lokal und temporal, möglich machen. Sie nennen Verbindungen durch Verweise auf den vorherigen Satz mittels Adverbien, Nebensatzgefüge mit lokalen und temporalen Konjunktionen sowie Nominalisierungen, bei denen die Bezüge durch Präpositionen hergestellt werden. (vgl. Beese & Siems 2015: 99) Zur Textebene zählen auch fachspezifische Textsorten, die in den Naturwissenschaften allerdings begrenzt sind. Im Unterrichtsfach Biologie sind vor allem „Steckbrief[e] und Eigenschaftsbeschreibung[en], tabellarische Vergleiche und Vergleichstexte, statisch-informative sowie dynamisch-logische Schaubilder und deren ausformulierte Beschreibungen, schriftliche Bewertungen sowie der Bestimmungsschlüssel“ (Beese & Siems 2015: 101) typische Textsorten, wobei noch Definitionen und Versuchsprotokolle hinzukommen.

Im Folgenden (Tabelle 1) ist eine Zusammenstellung der Sprachmittel, die im Biologieunterricht häufig vorkommen, dargestellt. Der Inhalt wurde dabei aus den Arbeiten von Beese und Siems (2015), Drumm (2017) und Schroeter-Brauss et al. (2018) entnommen.

Wortebene	<ul style="list-style-type: none"> • Fachwörter/Begriffe (z.B.: Fotosynthese, biologische Nische, ...) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Komposita (Balzverhalten, Erbkoordination, ...) • Verben – oft mit spezifischen Präfixen (z.B.: <i>enthalten</i>, ...) • Adjektive – oft mit spezifischen Suffixen (z.B.: <i>sauerstoffarm</i>, <i>brennbar</i>, ...) • Funktionsverbgefüge (z.B.: in Lösung gehen, Stellung nehmen zu, ...) • Modalpartikel (z.B.: angeblich, vermutlich, ...) • Präpositionen & Präpositionalgruppen (z.B.: nach, auf, ohne Zweifel, ...) • Entlehnungen aus dem Griechischen/Lateinischen (z.B.: Stimulus, ...) • Lehnübersetzungen aus dem Englischen (z.B.: cross-fostering, ...)
Satzebene	<ul style="list-style-type: none"> • unpersönliche Formulierungen (z.B.: man, wir, ...) • Passivkonstruktionen (z.B.: das Wasser <i>wird erhitzt</i>, ...) • Infinitivkonstruktionen (z.B.: das Ergebnis, das <i>zu erwarten war</i> ...) • komplexe Nominalphrasen mit Attributen <ul style="list-style-type: none"> ◦ attributive Adjektive (z.B.: der energiereiche Stoff, ...) ◦ satzwertige Adjektiv- und Partizipialattribute (z.B.: die <i>für die Lebensvorgänge benötigte</i> Energie, ◦ Genitivattribute (z.B.: die Schichten <i>des Waldes</i>, ...) ◦ Präpositionalattribute (z.B.: die Umwandlung <i>von</i> Glucose, ...) • Relativsätze (z.B.: Organe, <i>die</i> eine spezifische Funktion ausüben ...)
Textebene	<ul style="list-style-type: none"> • Verweise durch Adverbien (z.B.: Die Hefe wird in das Becherglas gegeben. <i>Danach</i> wird der Zucker hinzugefügt.) • Nebensatzgefüge mit Konjunktionen (z.B.: <i>Nachdem</i> der Zucker beigemischt wurde, wird das Wasser eingegossen.) • Nominalisierung mit Präpositionen (z.B.: <i>Nach der Vermischung</i> der einzelnen Komponenten, wird eine Reaktion abgewartet.) • spezifische Textsorten (z.B.: Versuchsprotokoll, ...) • diskontinuierliche Texte (z.B.: Diagramme, Tabellen, ...) • spezifische Operatoren (z.B.: definieren, analysieren, ...)

Tabelle 1: Spezifische Sprachmittel im naturwissenschaftlichen Unterricht mit Fokus auf das Unterrichtsfach Biologie (nach Beese & Siems 2015; Drumm 2017; Schroeter-Brauss et al 2018)

Zusammen dienen all diese sprachlichen Mittel der Präzisierung, Differenzierung, Ausdruckskürze sowie der objektiven Darstellungsweise und erfüllen somit eine Funktion, die explizit gemacht werden sollte (vgl. Schroeter-Brauss et al 2018: 110). Trotzdem ergeben sich aus diesen, teilweise sehr komplexen Sprachmitteln Anforderungen, die Hindernisse für die SchülerInnen bereithalten.

4.1.1 Schwierigkeiten von SchülerInnen

Schmölzer-Eibinger stellt dar, dass die im Kapitel „Sprache im Fach“ beschriebenen notwendigen sprachlichen Fähigkeiten in der Schule oft vorausgesetzt werden und im Unterricht selbst nicht besprochen werden. „So wird etwa die Fähigkeit, etwas *erklären*, *beschreiben* oder *begründen* zu können, meist einfach vorausgesetzt, obwohl viele SchülerInnen nicht genau wissen, was darunter zu verstehen ist.“ (Schmölzer-Eibinger 2013: 27) Michalak unterstützt dies mit der Ausführung, dass SchülerInnen häufig

Schwierigkeiten dabei haben, Wissen nachzuvollziehen, wenn ihre sprachlichen Fähigkeiten der Präsentation nicht gewachsen sind (vgl. Michalak 2015: 5). Fachlehrkräfte sind sich oft nicht dessen bewusst, wie wichtig die sprachlichen Handlungen für ihre Fächer sind und vermitteln sie nicht im Unterricht. Da Aufgabenstellungen, egal ob in Lern- oder Prüfungsaufgaben, aber ohne Sprachhandlungen nicht auskommen und auf diesen beruhen, kommt es zu sprachlichen und in weiterer Folge zu fachlichen Schwierigkeiten, wenn die SchülerInnen nicht wissen, was es bedeutet, etwas zu *definieren* oder zu *beschreiben*. Für Zweitsprachlernende kommt noch hinzu, dass sie neben den bildungssprachlichen Kompetenzen auch die Alltagssprache erst erlernen müssen. (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 27) Michalak führt daran anschließend aus, dass Zweitsprachlernende, die hier geboren wurden mit zweierlei Problemen konfrontiert sind. Sie müssen die sprachlichen und inhaltlich-fachlichen Kompetenzen zeitgleich erwerben. Dadurch bereitet ihnen vor allem die konzeptionelle und mediale Schriftlichkeit im Fachunterricht Probleme, die teilweise unentdeckt bleiben, wenn sich die SchülerInnen mündlich gut ausdrücken können. Zweitsprachlernende haben auch oft Probleme, Sprache der Situation und dem Adressaten angemessen zu verwenden, weshalb die Unterschiede der sprachlichen Register sowie zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit thematisiert werden müssen. (vgl. Michalak 2015: 37-38) Schmölzer-Eibinger erörtert zudem Probleme von SchülerInnen im Fachunterricht, die auf sprachlichen Hindernissen beruhen. Zum einen ist der schriftsprachlich geprägte Unterricht für die SchülerInnen ungewohnt, weil sie oft nicht die notwendigen literalen Fähigkeiten mitbringen, um verschiedene Texte verstehend lesen zu können. Diese Situation trifft auf Zweitsprachenlernende und Kinder aus bildungsfernen Schichten am häufigsten zu. Vor allem die Sprachhandlungen *begründen* und *erklären*, aber auch etwas *kritisch zu hinterfragen*, bereiten ihnen Probleme, wobei der fehlende Situationsbezug in den abstrakten Inhalten und die Distanz der Sprache die größte Hürde sind. Sprachliches und fachliches Lernen können dann nicht gemeinsam stattfinden. Zum anderen ist ein zu hoher Redeanteil der Lehrkräfte hinderlich, weil dadurch weniger SchülerInnenaktivität stattfinden kann. Diese ist aber notwendig, um die sprachlichen Mittel im richtigen Kontext anwenden und üben zu können, damit sowohl fachliche als auch sprachliche Inhalte eingeschliffen werden. (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 29-30) Als dritten Punkt nennt sie die im Fachunterricht verbreitete Methode des Lernens durch das Wiedergeben von Inhalten als Problem. „Im Mittelpunkt stehen Aufgaben und Fragen, deren Lösungen bzw. Antworten schon vorab

feststehen.“ (Schmölzer-Eibinger 2013: 30) Durch diese Methode wird aber nicht nachhaltig gelernt und ein Wissenstransfer ist für die SchülerInnen nahezu unmöglich. Um das zu ermöglichen, benötigt es Aufgaben, in denen sich die SchülerInnen selbstständig und reflektiert mit fachbezogenen Problemstellungen auseinandersetzen. Weiters nennt sie die fehlende Transparenz bezüglich der sprachlichen Anforderungen als Hindernis. Zuletzt geht sie darauf ein, dass der Anteil des Schreibens im Fachunterricht vernachlässigbar gering ist, obwohl die Sprache das Medium des Fachlernens ist und der Unterricht schriftlich geprägt stattfindet. (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 30-31) Diese Problematiken machen es notwendig, Unterricht didaktisch neu zu gestalten. Schmölzer-Eibinger unterstützt den Ansatz des integrierten Sprach- und Fachlernens, bei dem eine gezielte, didaktische Vermittlung von Sprache im Fachunterricht geschieht, womit das Verständnis der Fachinhalte verbessert und unterstützt wird (vgl. Schmölzer-Eibinger 2013: 32). Michalak ergänzt, dass SchülerInnen oft Schwierigkeiten dabei haben, Schlüsse zu ziehen, die andere Darstellungsformen wie Bilder oder Diagramme beinhalten, weil sie dafür zum einen verstehen müssen, was in der Abbildung bzw. dem Diagramm mitgeteilt wird und zudem ein umfangreiches Vorwissen haben müssen, mit dem sie die Informationen vernetzen sollen. Visuelle Darstellungsformen stellen laut Michalak häufig Herausforderungen bereit, wenn diese im Unterricht nicht aktiv erschlossen werden. (vgl. Michalak 2015: 112-115) Unterstützend für das Lesen von Text-Bild-Kombinationen wird in Kapitel 4.2.2 das Lehr-Lern-Konzept von Lumer und Winter (2019) vorgestellt, das hier unterstützend angewendet werden kann.

Beese und Siems erörtern die Schwierigkeiten, die sich aus der Sprachverwendung selbst ergeben. Dazu zählen vor allem die häufig verwendeten Attribuierungen. Für das Verständnis von Formulierungen mit Attributen ist es notwendig, dass die SchülerInnen erkennen, „auf welches Nomen sich die Attribute beziehen oder ob sie ein eigenes Satzglied darstellen. Dieses kann beispielsweise durch die Umstellprobe festgestellt werden, da Attribute dabei nicht vom Nomen, das sie ergänzen, getrennt werden können“ (Beese & Siems 2015: 99). Allerdings fällt es den SchülerInnen oft schwer, Satzglieder zu segmentieren. Zudem muss für eine erfolgreiche Umstellprobe fachliches Wissen zum behandelten Thema vorliegen (vgl. Beese & Siems 2015: 99). Drumm sieht eine Problematik in der Fachbegriffsdichte, die spezifisch für das Fach Biologie ist und SchülerInnen mit viel mehr Fachbegriffen konfrontiert werden, als sie eigentlich

verarbeiten können (vgl. Drumm 2017: 42). Sie stellt allerdings auch klar, dass es keinen Sinn macht, eine einfachere Sprache zu verwenden und Schulbuchtexte zu vereinfachen:

Die Sprache lässt sich nicht, oder nicht vollständig, vereinfachen – zum einen weil eine Reduktion der Komplexität mit Bedeutungsverschiebungen einhergeht. Zum anderen aber auch weil SchülerInnen nur in Kontakt mit komplexer Sprache lernen können, diese irgendwann zu verstehen und selbst zu produzieren. (Drumm 2017: 46)

Damit leitet sie auf Methoden über, die entwickelt wurden, um den SchülerInnen das Erlernen von Sprache und fachlichen Inhalten gemeinsam zu ermöglichen. Diese integrative Sprachförderung im Fach ist der Ansatz, der den Ausgangspunkt des sprachsensiblen Fachunterrichtes und der durchgängigen Sprachbildung darstellt (siehe u.a. Gogolin 2019; Gogolin et al 2011; Handt & Weis 2015; Lange & Gogolin 2011; Pineker-Fischer 2017). Diese beiden Ansätze werden in der Literatur immer wieder zitiert und dienen deshalb auch in dieser Arbeit als Verstehensgrundlage, vor allem weil bei beiden Ansätzen die Arbeit mit den Operatoren einen entscheidenden Bestandteil darstellt.

4.2 Sprachsensibler Fachunterricht

In den vorherigen Kapiteln wurde bereits dargestellt, dass bildungs- und fachsprachliche Mittel im Fachunterricht vermittelt und angewandt werden müssen. Drumm konkretisiert diesen Anspruch an die Schule wie folgt:

Die Sprache der Schule, verstanden als Bildungssprache und konzeptionell schriftliches Register, das bestimmte bildungssprachliche Kompetenzen verlangt, muss auf ihre Ziele und kommunikativen Funktionen bezogen vermittelt werden. [...] Es ist unumgänglich, dass Schule ihre sprachliche Wirklichkeit ernst nimmt und den Bildungsauftrag in dieser Hinsicht anpasst, also sprachsensibel wird. (Drumm 2017: 58)

Zudem wird in den Bildungsstandards des Lehrplans deutlich, dass Lernen und Sprache eng verknüpft sind. Im Kompetenzmodell der Biologie ist festgehalten, dass fachliches Lernen durch die korrekte Sprachverwendung stattfindet. SchülerInnen sollen entsprechende kommunikative Kompetenzen erwerben, um Sprache sachlich, situations- und adressatenbezogen angemessen einsetzen zu können. (vgl. Drumm 2017: 59) Zudem sind Lese- und Schreibkompetenz sowie die mündliche Sprachverwendung in der Bildungs- und Lehraufgabe des österreichischen Lehrplans enthalten (vgl. RIS 2021: 234). Auch Both, Pechstein und Siehr unterstützen die Sprachbildung im Fach:

Die Fachsprache [ist] das Werkzeug der Lernenden [...], mit dessen Hilfe sie neue Inhalte erschließen und verstehen. Sprachförderung im Fachunterricht geht demnach nicht einfach auf Kosten der Fachinhalte, sondern schafft die Grundlagen für die vertiefte Auseinandersetzung mit ihnen. (Both et al 2013: 239)

Um die Sprachbildung erfolgreich zu unterstützen, argumentiert Drumm für den integrativen Ansatz im Fachunterricht, weil sich dadurch Vorteile ergeben. „Sprachsensibilisierung im Fachunterricht steht nicht für sich[,] sondern dient der Bewältigung fachlicher Aufgaben, da durch den Zuwachs an fachlicher Kommunikationskompetenz auch das fachliche Verständnis verbessert wird.“ (Drumm 2017: 64) Dabei werden die SchülerInnen in Sprachsituationen gebracht, die sie bewältigen können. Die Anforderungen sollen nicht überfordern, aber leicht über dem individuellen Sprachniveau liegen, wobei auf den Einsatz von Sprachhilfen zu achten ist (vgl. Drumm 2017: 64). Im Folgenden werden die Konzepte des sprachsensiblen Unterrichtes und der durchgängigen Sprachbildung kurz näher vorgestellt, wobei auf die Verwendung von Operatoren nur oberflächlich eingegangen wird, da diese in Kapitel 5 noch genauer behandelt werden.

Sprachsensibler Fachunterricht wird zur integrativen Sprachförderung gezählt und orientiert sich an den Prinzipien von *Scaffolding*. Das Ziel eines sprachsensiblen Fachunterrichtes ist die Förderung von bildungssprachlichen Kompetenzen in allen Teilfertigkeiten – Lesen, Schreiben, Sprechen und Hören. Auch Grammatik und Wortschatzarbeit kommen nicht zu kurz. Durch die Ergebnisse der PISA-Testungen hat sich gezeigt, dass SchülerInnen mit anderen Erstsprachen Schwierigkeiten dabei haben, die Unterrichtssprache auf einem Level zu erlernen, das sie befähigt, Aufgaben und Inhalte verstehen und bewältigen zu können. Diese Tatsache macht den Fachunterricht für sie, aber auch für andere SchülerInnen, zu einer Herausforderung. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 107) Laut Leisen, der den Begriff geprägt hat, sollen durch einen sprachsensiblen Fachunterricht alle SchülerInnen die Möglichkeit erhalten, jene für einen Schulerfolg notwendigen bildungssprachlichen Kompetenzen zu erlernen, was anhand fachlicher Fragestellungen ermöglicht wird. Es handelt sich dabei um ein Unterrichtskonzept, das als Instrument angesehen wird, die Bildungssprache zu erlernen. (vgl. Leisen 2013: 6) Es ist eine „ausdrückliche Maßnahme zur Kompetenzförderung sprachschwacher Lerner mit und ohne Migrationshintergrund beim Sprechen, Lesen und Schreiben.“ (Leisen 2013: 6) Der sprachensible Fachunterricht ist also nicht nur eine Methode, die man in sehr heterogenen Klassen einsetzen kann, sondern ein Konzept, das für das erfolgreiche Lernen aller SchülerInnen, egal welche Erstsprache sie sprechen, entwickelt wurde. Damit kann also im Bildungsbereich *Sprache und Kommunikation*, der im Lehrplan der Biologie für alle Klassen definiert wird, gearbeitet werden und Lese-, Schreib- und Sprachkompetenz vermittelt werden (vgl. RIS 2021: 234). Zudem ist es eine

Methode, um die Handlungskompetenzen, die im Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für das Fach Biologie und Umweltkunde festgehalten sind, zu entwickeln. Darin sind die Kompetenzbereiche *Fachwissen aneignen und kommunizieren*, *Erkenntnisse gewinnen* und *Standpunkte begründen und reflektiert handeln* angeführt, die einen passenden und reflektierten Sprachgebrauch implizieren (vgl. RIS 2021: 234-235). Auch Pineker-Fischer verweist auf die Bildungsstandards, während deren Entwicklung die Sprachbildung eine zentrale Rolle spielt (vgl. Pineker-Fischer 2017: 108).

Im Biologieunterricht ist das Konzept der *Scientific Literacy* allgegenwärtig, womit eine naturwissenschaftliche Grundbildung gemeint ist, die schon im Kapitel *Kompetenzorientierter Biologieunterricht* angesprochen wurde. Es wurde anhand der PISA-Ergebnisse entwickelt und soll den SchülerInnen am Ende der Schullaufbahn ermöglichen, sich mit naturwissenschaftlichen Problemen und Themen auseinanderzusetzen, diese reflektiert zu betrachten und zu diskutieren (vgl. Jahnke-Klein und Busse 2019: 116-117). In der Beschreibung der *Scientific Literacy* der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) tritt die Rolle der Sprache für die Ausbildung einer *Scientific Literacy* in den Vordergrund:

Eine Person, die über eine naturwissenschaftliche Grundbildung verfügt, ist bereit, sich argumentativ mit Naturwissenschaften und Technologie auseinanderzusetzen. Dies erfordert die Kompetenzen, Phänomene naturwissenschaftlich zu erklären, naturwissenschaftliche Forschung zu bewerten und naturwissenschaftliche Untersuchungen zu planen sowie Daten und Evidenz naturwissenschaftlich zu interpretieren. (OECD 2016: 32)

Hier zeigt sich, dass man ohne Sprache und ohne konkrete bildungssprachliche Kompetenzen die Fähigkeiten einer naturwissenschaftlichen Grundbildung nicht erreichen wird. *Argumentieren*, *erklären*, *bewerten* und *interpretieren* sind komplexe Operatoren, die hohe kognitive Prozesse erfordern und im Unterricht geübt und angewendet werden müssen, um eingeschliffen zu werden. Da der sprachensible Fachunterricht das Ziel hat, bildungssprachliche Kompetenzen zu vermitteln und dazu unter anderem mit Operatoren gearbeitet wird, eignet er sich perfekt dafür, die Ausbildung der *Scientific Literacy* und der Handlungskompetenzen aus dem Lehrplan zu unterstützen. Unterstützt wird dieser Gedanke von Rost-Roth, die damit argumentiert, dass ein Grundprinzip des sprachsensiblen Fachunterrichtes ein hoher Anteil an produktiver SchülerInnenaktivität ist, wodurch er die Sprachbildung unterstützt, ohne Defizite beseitigen zu wollen (vgl. Rost-Roth 2017: 70). Pineker-Fischer ergänzt, dass die Komplexität der Fachinhalte und der Sprachmittel synchron zueinander gesteigert

werden, weil vielschichtiges und tiefgehendes Wissen oft nur durch den Einsatz von komplexen Sprachformen vermittelt werden kann, was wiederum unterstreicht, dass die Bildungssprache so wichtig ist, um das Lernen von Fachinhalten und das Lösen von Lern- und Prüfungsaufgaben zu bewerkstelligen. Ein sprachsensibler Unterricht bietet den SchülerInnen verschiedene Lernsituationen und die notwendigen Sprachmittel, um ein erfolgreiches Sprachlernen zu ermöglichen. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 111)

4.2.1 Merkmale eines sprachsensiblen Fachunterrichtes

Pineker-Fischer hat anhand der vorhandenen Literatur zum Thema acht Merkmale des sprachsensiblen Fachunterrichtes entwickelt, die kombiniert dafür sorgen sollen, das integrative Sprachlernen zu unterstützen und bildungssprachliche Kompetenzen auszubilden. Diese Bausteine sind sehr gut zusammengefasst und übersichtlich, weshalb sie im Folgenden vorgestellt werden.

Einer der wichtigsten Punkte im sprachsensiblen Fachunterricht ist laut Pineker-Fischer die Formulierung von sprachlichen und fachlichen Lernzielen, wobei nicht mehr als drei Ziele für eine Unterrichtsstunde im Fokus stehen sollten. Passieren bei den SchülerInnen Fehler in der Sprachverwendung, sollten möglichst nur jene sprachlichen Inhalte korrigiert werden, die auch in den sprachlichen Zielen der Einheit definiert wurden. Ansonsten könnten die SchülerInnen durch zu viel Input überfordert oder demoralisiert werden. Die Grundlage für die Formulierung der Ziele ist eine genaue Bedarfsanalyse, in der festgestellt wird, welche Lernziele und Kompetenzen erreicht werden sollen und welche sprachlichen und fachlichen Mittel dafür notwendig sind. Als LehrerIn ist es notwendig, dass man sich dessen bewusst ist, was man eigentlich vermitteln will und genau weiß, welche Mittel dafür benötigt werden. Die Transparenz ist hier sehr wichtig. Auch die kognitiven Anforderungen und sprachlichen Aktivitäten, die Operatoren folgen, sollen explizit und transparent dargestellt werden, wobei dies zum Beispiel in Form von Lernplakaten oder Glossaren geschehen kann. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 114- 115) Das zweite Merkmal des sprachsensiblen Fachunterrichtes stellt ein Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsformen dar. Damit können Zweitsprachenlernende unterstützt werden und zusätzlich wird der Inhalt oder Arbeitsauftrag von den meisten SchülerInnen verstanden. Dabei werden im Biologieunterricht vor allem diskontinuierliche Texte wie Tabellen, Grafiken, Fotos oder Skizzen verwendet, welche mit Sachtexten in Verbindung stehen und eine Möglichkeit bereitstellen, fachliches und sprachliches Lernen zu verknüpfen. Außerdem sind diese unterschiedlichen Darstellungsformen ein Teil der

Fachkommunikation, wobei gleichzeitig die Binnendifferenzierung unterstützt wird. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 115-117) Zudem ist das Entnehmen von Informationen aus verschiedenen Quellen Teil des Kompetenzmodells der Naturwissenschaften (vgl. RIS 2021: 234-235). Die Darstellungsformen können auch von den SchülerInnen selbst gewechselt werden, indem zum Beispiel Informationen aus Texten mithilfe einer Tabelle, Skizze oder Mind-Map aufbereitet werden. Hier bietet sich auch die Möglichkeit, das Präsentieren zu üben, indem die SchülerInnen ihre Ergebnisse selbstständig vor der Klasse erläutern. Die Verwendung der unterschiedlichen Darstellungsformen dient somit nicht nur einer sprachsensiblen Vermittlung von Fachinhalten, sondern fördert zusätzlich im Lehrplan geforderte Kompetenzen. Beim dritten Merkmal handelt es sich um die Verwendung von Operatoren in Aufgabenstellungen. Bei der Verwendung von Operatoren werden kognitive und sprachliche Handlungen kombiniert. Die sind handlungsanleitende Verben, die eine Sprachhandlung initiieren und dabei bildungssprachliche Kompetenzen fördern, weshalb sie im sprachsensiblen Fachunterricht einen besonderen Stellenwert einnehmen. Dabei ist es aber notwendig, eine vielseitige Auseinandersetzung mit den Operatoren anzuvisieren. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 117) Da die Operatoren die Ausbildung bildungssprachlicher Kompetenzen fördern und diese ein zentraler Punkt des sprachsensiblen Unterrichtes darstellen, kann ein solcher nicht ohne die Verwendung von Operatoren erfolgen. Der Begriff Operator und die Ausbildung von fachlichen und sprachlichen Kompetenzen sind zudem eng verknüpft, weshalb Operatoren auch im kompetenzorientierten Unterricht ein Ankerpunkt geworden sind (vgl. Feilke 2012: 12). Auf die Bedeutung der Operatoren wird später noch genauer eingegangen. Die Unterrichtsinteraktion sowie Gespräche im Unterricht stellen das vierte Merkmal des sprachsensiblen Unterrichtes dar, weil dabei eine Verbindung zwischen der Alltagssprache und der Bildungssprache hergestellt werden kann und ein großer Beitrag zum Entwickeln der Bildungssprache geleistet wird. Dabei soll Abstand vom fragend-entwickelnden Unterricht genommen werden, weil hier nicht die Möglichkeit besteht, auf die individuellen Bedürfnisse, Schwierigkeiten oder Fragen der SchülerInnen einzugehen, da die Ergebnisse des Gesprächs meistens nur von der Tafel abgeschrieben werden und kein aktives SchülerInnenhandeln gegeben ist. Stattdessen könnte man das dialogische Lernen anwenden, bei dem die SchülerInnen zuerst selbst Gedanken bezüglich einer Problemstellung verschriftlichen, die während des Unterrichtes geteilt werden und deren gemeinsame Bedeutung erschlossen wird. Dabei steht das Zulassen von unterschiedlichen Standpunkten und Verstehensprozessen im

Vordergrund und am Ende einigen sich alle auf eine gemeinsame Formulierung für die Lösung. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 119-120) Zu Beginn dieses Kapitels wurde darauf verwiesen, dass beim sprachsensiblen Unterricht die Bildungssprache in allen vier sprachlichen Teilfertigkeiten, *Lesen*, *Schreiben*, *Sprechen* und *Hören* gefördert wird, weshalb dieser Punkt das fünfte Merkmal darstellt. Im Bereich *Hören* kann man als Lehrperson mit einer verständlichen Sprache unterstützen, sollte allerdings den Redeanteil der SchülerInnen gegenüber dem der Lehrperson erhöhen, damit sie die Sprache auch produktiv anwenden können. Die anderen beiden Fertigkeiten *Lesen* und *Schreiben* können vor allem durch „strukturiertes Erzählen, reflektierten Sprachgebrauch, Verstehen von Texten, Tabellen, Grafiken etc. und das Erschließen der Funktion von Schrift“ (Pineker-Fischer 2017: 121) gefördert werden. Ein besonderer Bestandteil des sprachsensiblen Fachunterrichtes ist das Aktivieren des Vorwissens der SchülerInnen, weil dadurch das Textverstehen gefördert werden kann, was gemeinsam mit dem Schreiben von Texten ein Bestandteil des kompetenzfördernden Unterrichtes ist. Das Ziel ist dabei die Ausbildung einer Literalität, bei der ein Bewusstsein für unterschiedliche Textsorten, Lesarten, Präsentations- und Darstellungsformen geschaffen und zugleich ein bewusster Einsatz von Sprache gefördert wird. (Pineker-Fischer 2017: 121-122) Anhand dieser Ausführungen zeigt sich, dass die Förderung von Lese- und Schreibkompetenz ein wesentlicher Teil des Fachunterrichtes sein muss und man sich als Fachlehrer mit entsprechenden Konzepten vertraut machen muss. Auf die Lesekompetenz verweisen auch Lumer und Winter (2019), deren Lehr-Lern-Konzept im Kapitel 4.2.2 angesprochen wird. Das sechste Merkmal ist ein sehr wichtiges und gleichzeitig herausforderndes für die Lehrkräfte, weil es darum geht, ein Gleichgewicht zwischen der Herausforderung der SchülerInnen bei der gleichzeitigen Unterstützung zu finden. Die Forderung ist notwendig, damit eine Weiterentwicklung stattfinden kann, eine Überforderung kann allerdings zu Frustration führen, weshalb entsprechende sprachliche Unterstützungen geboten werden müssen. Aufgabenstellungen müssen so gewählt werden, dass sie die SchülerInnen nicht langweilen, aber auch bearbeitbar sind und keine Frustration auslösen. Dabei ist es aber auch entscheidend, die Sprache nicht durchgehend zu vereinfachen, weil das zu einem Stillstand in der Sprachentwicklung führen kann. Das bedeutet, die SchülerInnen bleiben auf ihrer sprachlichen Entwicklungsstufe stehen und lernen nichts dazu. Im Endeffekt würde das dazu führen, dass sie nicht auf das Berufsleben oder einen weiteren Bildungsweg vorbereitet werden und die Bildungssprache nicht im notwendigen Maße entwickeln und lernen können. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 131-134) Lumer und

Winter (2019) stellen hingegen fest, dass sich die Vereinfachung der Sprache positiv auf das Verstehen auswirken kann, geben aber keinen Kommentar dazu ab, ob und wie sich das auf die Entwicklung der bildungssprachlichen Kompetenzen und den Fortschritt der Sprachbildung auswirkt. Im siebten Merkmal erörtert Pineker-Fischer die 40 Methodenwerkzeuge nach Leisen, die eine Unterstützungsmöglichkeit für einen sprachsensiblen Unterricht darstellen. Sie unterstützen die gezielte Förderung von fachlichem und sprachlichem Lernen und sind nicht auf ein Unterrichtskonzept oder Fach beschränkt, sondern sind vielseitig und fächerübergreifend einsetzbar. Diese Werkzeuge helfen dem Lernprozess, wobei darauf geachtet werden muss, dass sie in der Unterrichtssituation passend eingesetzt werden. Neue Vokabeln können beispielsweise durch Wortlisten eingeführt werden. Satzmuster oder Wortgeländer helfen SchülerInnen dabei, bildungssprachliche Texte zu schreiben. Strukturdiagramme oder Begriffsnetze können zur Einordnung und Strukturierung von Fachinhalten verwendet werden. Es können auch Lernplakate erstellt werden und Ideennetze zur Einführung in ein neues Thema herangezogen werden. Die lehrerzentrierten Methoden dienen dabei der effektiven Wissensvermittlung, wohingegen die schülerInnenzentrierten Methoden auf die Kommunikation dieser abzielen. Pineker-Fischer ist aber auch der Ansicht, dass sich diese Methoden zwar dafür eignen, das integrative Fach- und Sachlernen zu unterstützen, aber im DaZ-Unterricht angepasst werden müssen. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 134-136)

Der letzte und abschließende Aspekt des sprachsensiblen Unterrichtes stellen die Sprachstandserhebungen dar. Diese sind eine Möglichkeit, die sprachlichen Fähigkeiten der SchülerInnen mittels unterschiedlicher Diagnoseinstrumente festzustellen, die es für unterschiedliche Schulstufen gibt, wobei meistens nur eine oder zwei sprachliche Teilfertigkeiten überprüft werden können. Diese Sprachstandserhebungen sind deshalb so wichtig, weil damit die Erreichung der formulierten sprachlichen Ziele überprüft werden kann. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 136-137) Eine übersichtliche Darstellung der einzelnen Diagnoseinstrumente findet man bei Pineker-Fischer (2017: 137-141). Für diese Arbeit sind sie nicht essenziell, weshalb sie nicht genauer besprochen werden.

4.2.2 Umsetzungsmöglichkeiten für den Unterricht

Im vorhergehenden Kapitel wurden die Prinzipien des sprachsensiblen Fachunterrichtes allgemein vorgestellt. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Umsetzungsmöglichkeiten würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen, allerdings

werden ein paar Möglichkeiten vorgestellt, die für die Arbeit mit Operatoren und zur Förderung von Handlungskompetenzen verwendet werden können.

Tajmel bietet einen Planungsrahmen für einen sprachsensiblen Unterricht an, der sich neben den notwendigen sprachlichen Strukturen vor allem auf die notwendigen Vokabeln fokussiert und die Art der Schüleraktivitäten ins Zentrum stellt. Zusätzlich wird die Spalte der Aktivitäten nochmals in die vier Teilfertigkeiten unterteilt, damit man ganz genau sieht, welche Fertigkeiten man fördert. (Tajmel 2009, zitiert nach Pineker-Fischer 2017: 141-142) Es handelt sich dabei um eine gute Möglichkeit, die sprachlichen Schwierigkeiten und Vokabel herauszuarbeiten, allerdings ist für die Planung von Unterricht noch mehr notwendig. Eine Spalte für Sozialformen, Medien und Methoden wäre ein weiterer Anhaltspunkt für die Lehrperson. Zudem könnte man noch die geförderten Kompetenzen aus dem Lehrplan einfügen, die zugleich mit den sprachlichen und fachlichen Zielen einhergehen. Die Ziele des Unterrichtes, die für die Planung von sprachsensiblen Unterricht doch sehr wichtig sind, werden in diesem Schema nicht erwähnt, müssten aber auch noch eingebaut werden. Zur Planung eines sprachsensiblen Unterrichtes verweist Pineker-Fischer auf eine Checkliste von Vollmer und Thürmann (2011, 2013), erachtet sie allerdings für zu starr, um einen Unterricht zu planen (vgl. Pineker-Fischer 2017: 142). Trotz der Kritik können diese Ausarbeitungen von Tajmel sowie Vollmer und Thürmann dafür verwenden, ein Gespür für sprachsensiblen Unterricht zu bekommen. Man wird sowieso niemals eine perfekte Unterrichtsstunde planen und durchführen können, die allen Kriterien des sprachsensiblen Unterrichtes entspricht, allerdings ist der Versuch, einen solchen Unterricht durchzuführen, besser, als eine komplette Ignoranz gegenüber sprachlichen Inhalten.

Both et al. verweisen auf die Notwendigkeit der Wortschatzarbeit im sprachsensiblen Fachunterricht, wobei der Fokus hierbei nicht nur am Fachwortschatz liegt, sondern auch auf den spezifischen Satzkonstruktionen und Formulierungen (vgl. Both et al 2013: 243). Dafür haben sie verschiedene didaktisch aufbereitete Materialien zusammengestellt, mit denen eine Wortschatzarbeit stattfinden kann. Ihre Argumentation bezieht sich auf einen Grundstock des Fachwortschatzes, der notwendig ist, um Fachlernen zu ermöglichen:

Sprachsensibler Fachunterricht [...] ist umfassende Spracharbeit. [...] Wortschatzarbeit ist ein besonders relevanter Teil des sprachsensiblen Fachunterrichts. Fachsprachliche Kommunikation ist zwar nicht auf den Gebrauch des Fachwortschatzes zu reduzieren, aber es ist unstrittig, dass die Arbeit an Fachbegriffen und der Herausbildung eines [sic] Fachwortschatzes einen wesentlichen Teil des Fachlernens ausmacht. (Both et al 2013: 240)

Zuletzt soll noch das Lehr-Lern-Konzept nach Lumer und Winter (2019) vorgestellt werden, das speziell für einen sprachsensiblen Biologieunterricht entwickelt worden ist. Dieses besteht aus sieben verschiedenen Bausteinen: *Text-Bild-Kombinationen lesen*, *Concept-Mapping*, *formale Textgestaltung*, *sprachliche Textgestaltung*, *Leseverzögerungsaufgaben*, *Sprachförderung* und *kontinuierliche und diskontinuierliche Texte lesen* (vgl. Lumer & Winter 2019: 52). Diese greifen honigwabenartig ineinander und Lehrkräfte können mit deren Hilfe lernen, auf die fachspezifischen Herausforderung beim Verwenden von Texten aufmerksam zu werden, lernen, die sprachlichen Anforderungen zu analysieren, um sie anschließend an die SchülerInnen weitergeben zu können und werden in einen strategischen Umgang mit den Fachtexten eingeführt. Dazu haben sie sowohl lese- als auch sprachdidaktische Materialien erstellt, deren Einsatz gleichzeitig fachliche und sprachliche Lernziele unterstützen kann. (vgl. Lumer & Winter 2019: 47) Lumer und Winter legen ihren Fokus dabei stark auf das Leseverstehen und unterstreichen die Wichtigkeit der Wortschatzarbeit, wobei sie auf Both et al. (2013) referieren. Als geeignete Methode für den Biologieunterricht erachten sie Leseverzögerungsaufgaben, um das Textverstehen zu unterstützen. Sie plädieren im Hinblick auf die Entwicklung von sprachsensiblen Aufgaben dafür, diese „eng am konkreten Material orientiert [zu] entwickel[n] [...]“. (Lumer & Winter 2019: 55) Um das Schreiben und die Kohärenzbildung im Fachunterricht zu unterstützen, argumentieren sie für den Einsatz von Concept-Maps, weil diese zum einen als Strukturierungshilfe dienen und zum anderen schon erste Formulierungen enthalten, die in einen späteren Text eingebaut werden können. Zudem kann das Concept-Mapping die Teilfertigkeiten Lesen und Schreiben unterstützen und ist somit eine geeignete Methode für einen sprachsensiblen Fachunterricht und um sprachliche Kompetenzen zu fördern. (vgl. Lumer & Winter 2019: 56-59) Ein weiterer wichtiger Baustein in ihrem Konzept ist das Lesen von Text-Bild-Kombinationen, weil diese in den Schulbüchern der Biologie sehr häufig vorkommen und gleichzeitig hohe bildungssprachliche Anforderungen stellen, weil es eine *verbale* und *piktorale Lesefähigkeit* erfordert, um diese verstehen zu können. Konkrete Überlegungen und Anwendungen für den Unterricht finden sich bei Lumer und Winter (2019: 60-71).

Schroeter-Brauss et al. sehen den Fokus und die Herausforderung im sprachsensiblen Unterricht vor allem bei der Aufgabenformulierung und dem Schreiben als Teil des Fachunterrichtes.

Die Formulierung von Aufgaben sollte gut überlegt sein, denn häufig scheitern SchülerInnen bereits am Verständnis der Fragen und Anweisungen. Mehrere, kurz und präzise verfasste Aufgaben sind besser als eine umfassende. Dabei sollte das Ziel der Aufgaben klar formuliert werden: Die Lernenden haben ein Recht darauf, zu wissen, was sie erledigen sollen. (Schroeter-Brauss et al 2018: 151-152)

Das Schreiben im Fachunterricht ist laut ihnen deshalb so wichtig, weil sich bei der Formulierung intensiv mit dem Fachinhalt und der Sprache auseinandergesetzt werden muss und gleichzeitig der Sprachproduktionsprozess gegenüber dem Sprechen verlangsamt ist, wodurch eine intensive Auseinandersetzung mit Sprache stattfinden kann (vgl. Schroeter-Brauss et al 2018: 160). Für die Umsetzung dieser Forderung kann man unter anderem auf das Lehr-Lern-Konzept von Lumer und Winter (2019) zurückgreifen.

All die in diesem Kapitel vorgestellten Prinzipien und Umsetzungsmöglichkeiten bilden einen Grundstock an Möglichkeiten, anhand derer LehrerInnen einen Unterricht planen können, der sprachsensibel aufbereitet ist. Inwiefern sie diesen Ansatz umsetzen, bleibt natürlich jedem selbst überlassen. Allerdings ist auch noch zu erwähnen, dass es eine Aufgabe für die LehrerInnenbildung ist, das Bewusstsein für die Sprachvermittlung im Fachunterricht zu schärfen, wobei nicht nur DaZ-Wahlmodule angeboten werden sollten, sondern direkt an den Curricula der Unterrichtsfächer etwas geändert werden sollte. Rost-Roth unterstützt diese Forderung:

Von Lehrkräften – und zwar von Lehrkräften nicht nur für Deutsch als Zweitsprache, sondern auch von Lehrkräften aller Fächer – werden daher nicht nur Kenntnisse in Hinblick auf unterschiedliche Sprachkompetenzen und Merkmale von Bildungssprache und Fachsprache, sondern auch über sprachliche Merkmale unterschiedlicher Textsorten und sprachlicher Handlungszusammenhänge gefordert. (Rost-Roth 2017: 72)

LehrerInnen müssen sich laut Rost-Roth konkret mit dem Fachregister und den damit verbundenen sprachlichen Mitteln und Konzepten auseinandersetzen. Sie sollten zudem die Mehrsprachigkeit, die damit verbundene sprachliche Vielfalt und Spracherwerbtheorien im Auge behalten und wissen, wie ein sprachsensibler Unterricht didaktisch aufgebaut sein muss, um erfolgreich zu sein. Für eine erfolgreiche Sprachbildung ist es wichtig, strukturiert, klar sowie verständlich in der Interaktion zu sein. Gleichzeitig sollte man schülerorientiert arbeiten, genügend Unterstützungen anbieten und in der Lage sein, mit heterogenen Lernvoraussetzungen umzugehen. (vgl. Rost-Roth 2017: 79-81)

4.3 Durchgängige Sprachbildung

Ausgehend vom Begriff Bildungssprache und der Frage, wie man diese Kompetenzen im Unterricht vermitteln kann, wurde das Konzept der *durchgängigen Sprachbildung*

entwickelt, das die Sprachbildung als Aufgabe für alle Fächer definiert und für eine Sprachförderung während der gesamten Schullaufbahn plädiert. Laut Lange und Gogolin (2011) gibt es mehrere Ansätze, welche die Sprachbildung als Aufgabe aller Fächer definieren. Im englischsprachigen Raum sind das vor allem die Ansätze *Language across the curriculum* (LAC) und *Content and Language Integrated Learning* (CLIL). LAC wurde in England entwickelt, als sich eine Bildungsbenachteiligung von SchülerInnen aus bildungsfernen Schichten gezeigt hat, denen der Zugang zur Bildungssprache gefehlt hat. Dabei wird mit Sprachförderkonzepten gearbeitet, die in allen Unterrichtsfächern und Lerngegenständen, also fächerübergreifend, angewendet werden können. CLIL ist ein Konzept, das ursprünglich in Kanada und Kalifornien entwickelt wurde. Bei diesem Ansatz wird das (Fremd-)Sprachlernen im Fachunterricht umgesetzt, was durch zweisprachige Materialien und den Einsatz von Bildern zur Unterstützung erreicht wird. Dieses „Integrierte Fremdsprachen- und Sachfachlernen“ wird auch vom Europarat und der Europäischen Union (EU) unterstützt. (vgl. Lange & Gogolin 2011: 117) Bereits hier zeigt sich, dass auch in anderen Ländern die sprachliche Bildung nicht als Aufgabe des reinen Sprachenunterrichtes gesehen wird, sondern auch und vor allem dort stattfinden sollte, wo die sprachlichen Mittel im richtigen Kontext angewandt werden können, in den Fächern. Im FörMig-Programm wurde, angelehnt an diese Konzepte, die *durchgängige Sprachbildung* als ein Konzept zur integrativen Sprachförderung im deutschsprachigen Raum entwickelt. „In der Rahmensetzung von FörMig wurde explizit sprachliche Bildung als Querschnittsaufgabe von Schule und Unterricht beschrieben.“ (Lange & Gogolin 2011: 118) Zwar ist das Förderkonzept auf SchülerInnen mit Migrationshintergrund ausgelegt, kann aber trotzdem im Unterricht mit allen Kindern und Jugendlichen angewandt werden. Das Ziel der durchgängigen Sprachbildung wird wie folgt definiert:

Das Anliegen [...] ist der kumulative Aufbau von schul- und bildungssprachlichen Fähigkeiten. Diese Fähigkeiten sind die Voraussetzung für einen kompetenten Umgang mit den Aufgaben des Verstehens, Verarbeitens, Denkens und Formulierens, mit denen sich die Kinder und Jugendlichen in ihrem Bildungsprozess auseinanderzusetzen haben. (Lange & Gogolin 2011: 118)

Umgesetzt wird dieser Leitgedanke durch eine dauerhafte und kontinuierliche Förderung des bildungssprachlichen Registers über die gesamte Bildungslaufbahn hinweg. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Zusammenarbeit zwischen Schule und LehrerInnen, aber auch zwischen LehrerInnen verschiedener Fächer, zwingend notwendig. Lange und Gogolin stellen vertikale sowie horizontale Verbindungsstellen dar, die bei dieser Zusammenarbeit berücksichtigt werden müssen. Sie stellen die vertikalen

Verbindungsstellen als die Übergänge zwischen den verschiedenen Schultypen wie Elementar-, Primar- und Sekundarstufe dar, weil im Laufe der Zeit auch die sprachlichen Anforderungen steigen. Während schon im Elementarbereich Wissen abgefragt und der Wortschatz erweitert wird, kommen im Primarbereich „schultypische Diskurse“ (Lange & Gogolin 2011: 118) und erste Fachtexte hinzu. In der Sekundarstufe werden die sprachlichen Anforderungen durch spezifische Textsorten und Fachwörter gesteigert und sind zum Ende der Schullaufbahn schon sehr hoch. (vgl. Lange & Gogolin 2011: 118-119) Auf das österreichische Bildungssystem umgelegt, ist die höchste sprachliche Herausforderung, die gestellt wird, das Verfassen der vorwissenschaftlichen Arbeit (VWA), im Rahmen der zentralen Reifeprüfung, auf die SchülerInnen durch einen kumulativen Aufbau von bildungssprachlichen Kompetenzen vorbereitet werden müssen. Dabei reicht es nicht aus, in der Sekundarstufe II mit der Vorbereitung zu beginnen, weil der Aufbau der entsprechenden sprachlichen und kognitiven Kompetenzen länger dauert. Laut Gogolin (2019) sollen die Übergänge zwischen verschiedenen Bildungsbereichen keinen Bruch in der sprachlichen Bildung darstellen:

Das Konzept der „durchgängigen Sprachbildung“ ist deshalb in erster Linie darauf gerichtet, dass die [...] Übergänge, mit denen auch ein Wechsel der Institution verbunden ist, nicht als Bruch in der (Sprach-) Bildungsbiographie erfahren werden, sondern als aneinander anschließend und weiterführend. (Gogolin 2019: 1)

Die horizontalen Verbindungsstellen sehen Lange und Gogolin zwischen den einzelnen Fachsprachen und Lernbereichen. Auch die verschiedenen Sprachen unterschiedlicher schulischer und außerschulischer Lernsituationen zählen dazu. Eine letzte horizontale Verbindungsstelle besteht zwischen den unterschiedlichen Erst- & Zweitsprachen, die von den SchülerInnen gesprochen werden. Die durchgängige Sprachbildung fördert Sprache über diese Schnittstellen hinweg:

Gesamtkonzepte sprachlicher Bildung, die eine Zusammenarbeit und ein Zusammenwirken der beteiligten und verantwortlichen Menschen über die Verbindungsstellen hinweg einschließen, lassen sich als Durchgängige Sprachbildung bezeichnen. Sie stellen Formen der vernetzten Sprachförderung über die vertikalen und horizontalen Schnittstellen hinweg zur Verfügung. (Lange & Gogolin 2011: 119)

Die durchgängige Sprachbildung als Querschnittsaufgabe aller Fächer vermittelt inhaltliche sowie sprachliche Inhalte gemeinsam. Dabei muss das Register der Bildungssprache ausdrücklich thematisiert werden (Explizitheit), damit eine angemessene Verwendung der Sprachregister erlernt werden kann. Auch eventuelle mehrsprachige Voraussetzungen einzelner SchülerInnen sind zu beachten, weil zum einen der Faktor Zeit eine große Rolle spielt und die verschiedenen Erstsprachen unter

Umständen einbezogen werden können. Weiters wird dabei auf eine enge Zusammenarbeit zwischen LehrerInnen und Eltern bzw. Erziehungsberechtigten verwiesen, weil die SchülerInnen leichter und eigenaktiv bildungssprachliche Kompetenzen erwerben, wenn es im Elternhaus eine stärkere Schriftnähe gibt. Den letzten wichtigen Faktor stellen die Lehrkräfte dar, die zum einen eine Vorbildfunktion haben und zum anderen ihr eigenes Sprachverhalten im Blick behalten müssen, um die SchülerInnen zu aktiven Sprachhandlungen zu ermutigen und somit den Lernprozess zu unterstützen. Dabei ist es besonders wichtig, sprachliche Fehler nicht immer wieder zu thematisieren, sondern konstruktiv aufzugreifen, damit die SchülerInnen nicht demotiviert werden. (vgl. Lange & Gogolin 2011: 119-120) Es wird deutlich gemacht, dass dieser Ansatz „eine systematische Auseinandersetzung mit den sprachlichen Anforderungen, die der jeweils nächste Lerngegenstand stellt, und den sprachlichen Voraussetzungen, die die Schülerinnen und Schüler bereits für die Bewältigung mitbringen“ (Lange & Gogolin 2011: 120) erfordert. Ein positiver Faktor für die durchgängige Sprachbildung kann laut Lange und Gogolin unter anderem auch die Elternarbeit sein, weil dadurch die Sprachbildung der SchülerInnen nicht nur im Unterricht und der Schule erfolgt, sondern auch im Elternhaus unterstützt werden kann. Hier ist aber zu beachten, dass man die Eltern darauf ansprechen und sie auch ernst nehmen sollte, um diese Kooperation bestmöglich nutzen zu können:

In vielen FÖRMIG-Projekten wurden ausgezeichnete Erfahrungen der Kooperation mit Eltern gemacht, und zwar immer dann, wenn ihnen die Schule ein Angebot gemacht hat, in dem zum Ausdruck kam, dass die Eltern auch ihre Fähigkeiten in das Konzept der Sprachbildung einbringen können. (Lange & Gogolin 2011: 122)

Das Konzept der durchgängigen Sprachbildung, ist ein wichtiger Bestandteil zur Förderung von Sprachkompetenzen, vor allem der Bildungssprache, in den Fächern. In der Literatur zur Sprache und Sprachvermittlung im Fach wird immer wieder betont, wie wichtig die gemeinsame Vermittlung von sprachlichen und fachlichen Inhalten ist, weil sie einander bedingen (siehe Pineker-Fischer 2017; Schmölzer-Eibinger 2013; Schroeter-Brauss et al 2018; u.a.). Lange und Gogolin stellen klar, dass „die konsequente Vermittlung bildungssprachlicher Fähigkeiten [...] eine Durchgängige Sprachbildung [erfordert].“ (Lange & Gogolin 2011: 123) Dabei plädieren sie auf eine kooperative Zusammenarbeit von Schule, LehrerInnen und Eltern bzw. Erziehungsberechtigten, um den Lernprozess der SchülerInnen bestmöglich unterstützen zu können (vgl. Lange & Gogolin 2011: 123).

Gogolin (2019) definiert drei Dimensionen der durchgängigen Sprachbildung, wobei sich die bildungsbiographische Dimension auf die Sprachbildung während der gesamten Schullaufbahn bezieht. Die Kooperationsdimension zielt auf eine Zusammenarbeit aller Beteiligten am Sprachbildungsprozess und die Mehrsprachigkeitsdimension bezieht sich auf die sprachliche Pluralität und meint damit die Beziehungen zwischen den Sprachen und Varietäten, mit denen die SchülerInnen konfrontiert sind und die sie verwenden. (vgl. Gogolin 2019: 1) Diese drei Dimensionen lassen sich in den vertikalen und horizontalen Verbindungsstellen wiederfinden, die Lange und Gogolin (2011) definiert haben. Die vertikalen Schnittstellen entsprechen hier der bildungsbiographischen Dimension. Die Mehrsprachigkeitsdimension lässt sich in den horizontalen Verbindungsstellen wiederfinden und die Kooperationsdimension entspricht der Forderung nach Zusammenarbeit mit den Eltern und anderen LehrerInnen (vgl. Lange & Gogolin 2011: 118-123). Allerdings stellt Gogolin (2019) weiter fest, dass bei der durchgängigen Sprachbildung „die angeleiteten Lernprozesse immer wieder auf der Basis von Vergewisserung über das bereits Erreichte gestaltet werden.“ (Gogolin 2019: 4) Die bereits vorhandenen Kompetenzen dürfen also nicht aus dem Blick geraten, sondern sollen durch eine prozessbegleitende Sprachdiagnostik festgestellt und überprüft werden.

4.3.1 6 Qualitätsmerkmale der durchgängigen Sprachbildung

Zusätzlich zu den konzeptuellen Grundlagen der durchgängigen Sprachbildung wurden im Rahmen des FörMig-Projektes sechs Qualitätsmerkmale entwickelt, die als Bausteine für LehrerInnen dienen, anhand derer sie einen solchen Unterricht entwickeln können. Dabei sind die Qualitätsmerkmale vor allem für LehrerInnen, die in der Sekundarstufe I unterrichten, entwickelt worden und sind unter anderem durch Konkretisierungen, Beispielen und Hinweisen dargestellt. Diese Qualitätsmerkmale dienen als Unterrichtsgrundlage für all jene LehrerInnen und Schulen, die eine durchgängige Sprachbildung als Querschnitt aller Fächer sehen und die Mehrsprachigkeit schätzen und fördern wollen (Gogolin et al 2010: 7).

Beim ersten Qualitätsmerkmal geht es darum, Unterricht im Hinblick auf das bildungssprachliche Register zu planen und zu gestalten, wobei die Verbindungen und Schnittstellen zur Allgemeinsprache immer wieder explizit thematisiert werden. Die Lehrpersonen unterstützen dabei, die Unterschiede zwischen den beiden Sprachregistern zu erkennen, sodass eine angemessene Sprachverwendung erlernt wird. Das zweite Qualitätsmerkmal ist eine diagnostische Sprachstandserhebung, wobei die sprachlichen

Voraussetzungen und Ressourcen der SchülerInnen ermittelt werden. Diese werden nicht als Hindernis gesehen, sondern anhand der Kooperationsdimension für den Lernprozess genutzt. Für das dritte Mittel ist es entscheidend, konkrete allgemein- sowie bildungssprachliche Mittel zur Verfügung zu stellen, die genau auf die LernerInnengruppe ausgerichtet und an diese angepasst sind, damit die vier sprachlichen Teilfertigkeiten bestmöglich gefördert werden können. Das vierte Qualitätsmerkmal bezieht sich auf die eigene Aktivität der SchülerInnen, die möglichst viel Zeit dafür bekommen sollen, die erworbenen bildungssprachlichen Kompetenzen anzuwenden und weiterzuentwickeln. Der Unterricht sollte also weniger LehrerInnenvorträge enthalten, sondern handlungs- und produktionsorientiert sein. Um die sprachlichen Aktivitäten zu unterstützen, ist es im fünften Merkmal wichtig, binnendifferenzierte Aufgaben zu erstellen, damit möglichst alle SchülerInnen erreicht werden, wobei dafür die Sprachstandserhebung entscheidend ist, damit man die Aufgaben und Unterstützungen gezielt auf die Bedürfnisse der Klasse abstimmen kann. Das sechste und letzte Qualitätsmerkmal dient der Überprüfung des Lernprozesses. Es werden sowohl der aktuelle Lernstand als auch Lernfortschritte erhoben, überprüft und bewertet, wobei das nicht nur von den LehrerInnen, sondern auch von den SchülerInnen gemacht werden soll. Konstruktives und dialogisches Feedback ist hier besonders wichtig, um mit den Fehlern konstruktiv umzugehen, ein positives Selbstwertgefühl zu erzeugen und den SchülerInnen zu zeigen, über welche Kompetenzen sie bereits verfügen. (vgl. Gogolin et al 2011: 8-11)

In dieser Arbeit ist die Verwendung von Operatoren zur Vermittlung von bildungssprachlichen Kompetenzen besonders wichtig, um einen theoretischen Grundstock als Basis der Fragestellungen zu haben. In der durchgängigen Sprachbildung sind die Operatoren auch ein großer Bestandteil des Lernprozesses, da sie vor allem in Aufgabenstellungen verwendet werden sollen. Im Qualitätsmerkmal 3 wird explizit darauf verwiesen, dass die Bedeutung der Operatoren im geeigneten Kontext vermittelt werden soll, wobei auf eine eindeutige Formulierung zu achten ist. (vgl. Gogolin et al 2011: 28) Zudem soll im Zuge der durchgängigen Sprachbildung die Bildungssprache erworben werden, deren Bestandteil Operatoren sind.

4.4 Weitere Konzepte zur Sprachbildung im Fachunterricht

Neben der durchgängigen Sprachbildung gibt es weitere Konzepte, welche die Sprachbildung in Sachfächern unterstützen. Diese werden allerdings nur genannt und

kurz beschrieben. Kniffka und Roelcke teilen die Ansicht der meisten in dieser Arbeit genannten Autoren, dass die Sprachenvermittlung ein Bestandteil des Fachunterrichtes sein muss und stellen fest, dass es vielfach noch daran fehlt, den konkreten sprachlichen Bedarf in den Fächern zu erarbeiten. Deshalb bieten sie Konzepte an, um Lehrpersonen beim Aufarbeiten von sprachlichen Defiziten zu unterstützen. (vgl. Kniffka & Roelcke: S. 103-104) Sie nennen unter anderem das *Content and Language Integrated Learning* (CLIL), bei dem der Fachunterricht in Teilen oder ganz in einer Fremdsprache stattfindet. Dabei handelt es sich allerdings um ein Konzept aus der Fremdsprachendidaktik, das in einem institutionellen Rahmen stattfindet. Zusätzlich sollten die SchülerInnen dabei bereits in der Erstsprache literarisiert sein. Weiters nennen die Autoren den Bilingualen (Sachfach-)Unterricht, der integratives Lernen von Sprache und Fachinhalt ermöglichen soll, in unterschiedlichen Ausprägungen zweisprachig ausgelegt und nicht immer streng curricular definiert ist. Dieses Konzept ist dabei dem CLIL-Ansatz ähnlich. An Auslandsschulen gibt es den deutschsprachigen Fachunterricht (DFU), wobei die Unterrichtsmaterialien und Schulbücher auf Deutsch verfasst sind. Ein Ansatz aus den USA stellt das *Sheltered Instruction Operation Protocol* (SIOP) dar, das ein Konzept für ZweitsprachenlernerInnen ist. Dabei wird das Ziel verfolgt, die sprachlichen Kompetenzen weiterzuentwickeln und gleichzeitig Inhalte zu vermitteln. Zuletzt nennen die Autoren noch das *Scaffolding*. Dabei werden den ZweitsprachenlernerInnen Unterstützungen bereitgestellt, mit deren Hilfe Inhalte sprachlich und fachlich erschlossen werden sollen. Für ein Erfolgreiches *Scaffolding* sind zusätzlich zum entsprechenden Unterrichtsmaterial eine Analyse des Materials sowie des Lernstandes notwendig. (vgl. Kniffka & Roelcke 2016: 106-117) *Scaffolding* und SIOP werden auch von Michalak (2015) als Möglichkeiten im sprachsensiblen Fachunterricht angeführt.

5 Operatoren

Wie in dieser Arbeit bereits angedeutet wurde, sind Operatoren ein entscheidender Bestandteil des Fachunterrichtes. Dabei sind sie sowohl im kompetenzorientierten Unterricht als Ankerpunkte und Mittel zum Erwerb von Kompetenzen vorhergesehen, als auch ein entscheidender Bestandteil eines sprachsensiblen Fachunterrichtes sowie entscheidende Bestandteile des bildungssprachlichen Registers. Zur Sprachvermittlung im Fach und damit auch in der Biologie ist es notwendig, sich mit den Operatoren und deren Verwendung genauer auseinanderzusetzen. Bei der Verwendung des Begriffs *Operatoren* muss man beachten, dass auch unter *Sprachhandlungen* und

Diskursfunktionen dasselbe verstanden werden kann. Allerdings wird der Begriff *Diskursfunktion* häufig für jene Operatoren verwendet, deren Bearbeitung sowohl eine sprachliche als auch kognitive Handlung erfordert. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 71-74) Da in den Naturwissenschaften meist die Bezeichnung Operatoren herangezogen wird, wird sie auch in dieser Arbeit verwendet. Operatoren stellen einen zentralen Bestandteil der Bildungssprache dar, weil sie Sprachhandlungen initiieren, die in verschiedenen Fächern unterschiedliche sprachliche Bedeutung erhalten (vgl. Pineker-Fischer 2017: 71). Im Unterrichtsfach Deutsch verlangt der Operator *beschreiben* eine andere Sprachhandlung als im Fach Biologie. Während in Deutsch möglicherweise eine Personenbeschreibung verlangt ist, benötigt man zur Beschreibung eines Experimentes im Fach Biologie andere Sprachmittel. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 71; Feilke 2012). Im Alltag sind Operatoren oft mit anderen Bedeutungen versehen, weshalb im Unterrichtsfach transparent gemacht werden muss, welche Sprachhandlung gefordert ist. Sie können trotzdem fächerübergreifend dieselbe Bedeutung haben und müssen dann nicht in jedem Fach eigens definiert werden. (vgl. Pineker-Fischer 2017: 71-72) Nach Schmölzer-Eibinger können 286 verschiedene Operatoren definiert werden, wobei 50 davon häufiger vorkommen. Diese lassen sich in drei Überkategorien einteilen: non-verbale Aktivitäten, allgemeine sprachliche Aktivitäten und Diskursfunktionen, die sich nicht nur auf verbale, sondern auch kognitive Anforderungen beziehen. Damit ist gemeint, dass jeder Operator eine spezifische kognitive Operation und eine bestimmte sprachliche Handlung erfordert, um die Sprachhandlung erfolgreich durchzuführen. Die Einteilung erfolgt also in rein kognitive, rein sprachliche und sprachlich-kognitive Handlungen. (vgl. Schmölzer-Eibinger 2011, zitiert nach Pineker-Fischer 2017: 74)

5.1 Prozedurenorientierte Didaktik

Laut Schmölzer-Eibinger et al. fördert eine prozedurenorientierte Didaktik die literale Handlungskompetenz der SchülerInnen, weil sprachliche Handlungen wie *Beschreiben*, *Begründen* oder *Interpretieren* ganz konkret im Unterricht gefördert werden (vgl. Schmölzer-Eibinger et al 2018: 65). Der Begriff *Prozeduren* meint also, dass eine sprachliche Handlung angeleitet wird, die von den SchülerInnen durchgeführt werden soll, weshalb in dieser Arbeit davon ausgegangen wird, dass eine an Operatoren orientierte Didaktik gemeint ist. Schmölzer-Eibinger et al. sehen die prozedurenorientierte Didaktik und somit auch die Operatoren als Teil des sprachsensiblen Fachunterrichtes. Das wird durch Niederdorfer et al. unterstützt:

Texthandlungstypen wie das Beschreiben, Erklären oder Argumentieren sind in allen Schulfächern grundlegender Bestandteil von Lehr- und Lernprozessen und werden in der aktuellen didaktischen Diskussion als relevante sprachlich-kognitive Werkzeuge des Fachunterrichts betrachtet. (Niederdorfer et al 2017: 126)

Schmölzer-Eibinger et al. führen aus, dass Sprachhandlungen, die durch Operatoren initiiert werden, aus mehreren Handlungskomponenten bestehen, die immer wieder durch ähnliche Ausdrücke (Routineausdrücke) realisiert werden. Haben die SchülerInnen diese Routineausdrücke und Handlungskomponenten mit dem damit verbundenen Kontext einmal erworben, kann das Schema auf denselben Operator in einem speziellen Fach immer wieder angewandt werden. Die Kompetenz, Operatoren durchführen zu können, wird als literale Handlungskompetenz bezeichnet und sollte regelmäßig in eigenaktiven Situationen an konkreten Beispielen trainiert werden. (vgl. Schmölzer-Eibinger et al 2018: 66-72) Daran schließen auch Niederdorfer et al. an und verstehen unter der literalen Handlungskompetenz die „Fähigkeit, eine textgeprägte Sprache sowohl mündlich als auch schriftlich kontext- und domänenadäquat zu verwenden.“ (Niederdorfer et al 2017: 126). Anhand dieser Definition lässt sich erkennen, warum die Operatoren ein so großer Bestandteil der Bildungssprache und Sprachvermittlung im Fachunterricht sind. Sie helfen den SchülerInnen dabei, die Fach- und Bildungssprache nicht nur zu erwerben, sondern dienen dazu, diese in ganz konkreten Handlungskontexten anzuwenden und somit eine angemessene Sprachverwendung zu erlernen. Niederdorfer et al. führen weiters aus, warum die Arbeit mit Operatoren im Unterricht sinnvoll ist: „Durch eine Fokussierung von *Textprozeduren* kann Lernenden ein Verständnis des funktionalen Zusammenhangs von konventionalisierten sprachlichen Formen und Handlungsmustern ermöglicht werden.“ (Niederdorfer et al 2017: 126) Damit soll ausgedrückt werden, dass es nicht so sehr um das Schreiben von Texten an sich geht, sondern vielmehr um das Verständnis der Operatoren und deren Bearbeitung, wobei die konzeptionell schriftliche Sprachverwendung miteingeschlossen ist (vgl. Niederdorfer et al 2017: 126). Die SchülerInnen sollen also die Kompetenz erwerben, Operatoren zu bearbeiten und gleichzeitig eine passende und angemessene Sprache anzuwenden. Dabei gehen Niederdorfer et al. davon aus, dass sich SchülerInnen die Operatoren durch den Gebrauch, die Reflexion und das konkrete Schreiben aneignen (vgl. Niederdorfer et al 2017: 126-127). In weiterer Folge stellen sie ein didaktisches Modell vor, das konkret im Unterricht umgesetzt werden kann und auf *Focus on Form* ausgerichtet ist, womit Techniken gemeint sind, welche die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auf sprachliche Funktionsgefüge bei der Kommunikation über bestimmte Inhalte lenken sollen. In weiterer Folge ist die metasprachliche Reflexion der Operatoren entscheidend, worauf ein

kooperativer Schreibprozess folgt, bei dem ein argumentativer Text verfasst wird. (vgl. Niederdorfer et al 2017: 127-137) Zusammenfassend beschreibt die prozedurenorientierte Didaktik somit die Anwendung und Nutzung der Operatoren im Unterricht, stellt gleichzeitig Umsetzungsmöglichkeiten bereit und sollte unbedingt ein Unterrichtsbestandteil sein, weil Operatoren eben einen Teil der Bildungssprache, Kompetenzorientierung und in weiterer Folge auch des sprachsensiblen Fachunterrichtes darstellen.

5.2 Operatoren in Aufgabenstellungen

Im kompetenzorientierten Unterricht verspricht man sich von der Arbeit mit Operatoren in Aufgabenstellungen eine höhere Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen, weil sie ganz klar den Lösungsweg anleiten und die SchülerInnen dabei bei der korrekten und angemessenen Verwendung der Fach- und Bildungssprache unterstützen. Jeder Operator erfordert eine bestimmte sprachliche Handlung und eine kognitive Operation, um den geforderten Lösungsweg erfolgreich zu absolvieren (Pineker-Fischer 2017: 74; Feilke 2012; Handt & Weis 2015 & Lumer & Winter 2019). Laut Gogolin ist die transparente Vermittlung von Operatoren ein Grundstein der Vermittlung von fachsprachlichen Fähigkeiten im Sinne der durchgängigen Sprachbildung (vgl. Gogolin et al 2011: 28). Das bedeutet, dass die SchülerInnen lernen müssen, welche konkreten sprachlichen Handlungen und kognitive Anforderungen von ihnen verlangt werden, wenn sie einen bestimmten Operator vor sich haben. Auch Schmölzer-Eibinger et al bezeichnen Operatoren als sprachlich-kognitive Handlungen:

Sie sind für „die für die Kommunikation im Unterricht und den Erwerb von Wissen in allen Fächern zentral [...]. Operatoren sollen in Aufgabenstellungen explizit eingesetzt werden, damit die SchülerInnen verstehen, welche sprachlich-kognitiven Handlungen von ihnen verlangt werden (soll man z. B. etwas benennen, erklären, argumentieren etc?).“ (Schmölzer-Eibinger et al 2012: 25)

In weiterer Folge werden auch Beispiele angegeben, wobei ersichtlich ist, dass bei einer Aufgabenstellung ohne expliziten Operator auch eine ja/nein-Antwort gegeben werden könnte. Das Ziel bei der Vermittlung von bildungs- und fachsprachlichen Inhalten ist jedoch eine vertiefte Beschäftigung mit der Denk- und Arbeitsweise des jeweiligen Faches sowie den dazugehörigen sprachlichen Mitteln (Jahnke-Klein & Busse 2019). Um die SchülerInnen also zu tiefgründigen sprachlichen Äußerungen zu bewegen, müssen die Operatoren so explizit wie möglich formuliert sein. Weiters ist auch gefordert, dass die Operatoren in Schulbüchern präzise und korrekt eingesetzt werden. Das bedeutet, dass der verwendete Operator mit dem Ergebnis der Handlungsaufforderung übereinstimmen

muss, damit die SchülerInnen klar erkennen können, welche Schritte sie durchführen müssen, um das Problem lösen zu können (Schmölzer-Eibinger et al 2012: 25). Zusammenfassend ist festzustellen, dass die verwendeten Operatoren gezielt formuliert und passend eingesetzt werden müssen, damit eine sprachlich und fachlich korrekte Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung stattfinden kann. Das bedeutet unter anderem, dass in jeder Aufgabe idealerweise nur ein Operator verwendet wird, damit die Eindeutigkeit gegeben ist und der Sprachverwendungsprozess kleinschrittig geschehen kann.

Vollmer & Thürmann klassifizieren in ihrem Modell zur *Schulsprache im Fachunterricht* die kognitiv-sprachlichen Aktivitäten, also Operatoren, in der Dimension 2 als Teil der Bildungssprache bzw. Schulsprache. Betrachtet man dieses Modell genauer, kann man die *Felder des sprachlichen Handelns* (Dimension 1) auf verschiedene Operatoren beziehen. (vgl. Vollmer & Thürmann, 2010: 7) Es lassen sich aber auch zum Kompetenzmodell der Naturwissenschaften Bezüge herstellen. Bei genauerer Betrachtung lassen sich alle fünf Felder des sprachlichen Handelns in den Kompetenzbereichen des Naturwissenschaftsunterrichtes wiederfinden. So sind die *Fähigkeit, sich an unterrichtlicher Interaktion/Kommunikation zu beteiligen* sowie *Informationen beschaffen, erschließen und verarbeiten*, nach Vollmer klar dem Kompetenzbereich *Fachwissen aneignen und kommunizieren* zuzuordnen. Die *Fähigkeit, eigenes Wissen zu strukturieren, anzupassen und zu erweitern* nach Vollmer lässt sich im Kompetenzmodell in den Punkten *Fachwissen aneignen und kommunizieren* sowie *Erkenntnisse gewinnen* wiederfinden. Auch die letzten beiden Felder des sprachlichen Handelns lassen sich in dieser Form zuordnen, was zeigt, dass auch im Lehrplan des Faches Biologie und Umweltkunde verankert ist, sprachliches und fachliches Wissen durch den Umgang mit Operatoren zu erlernen. In diesem *Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für das Fach Biologie und Umweltkunde*, das in den didaktischen Grundsätzen verankert ist, werden die zu erwerbenden Handlungskompetenzen mittels Operatoren in drei Kompetenzbereichen *Fachwissen aneignen und kommunizieren*, *Erkenntnisse gewinnen* sowie *Standpunkte begründen und reflektiert handeln* formuliert (z.B.: „Biologische Vorgänge und Phänomene beschreiben und benennen“). (vgl. RIS 2021: 234-235) Dabei zeigt sich zusätzlich, dass die Sprachbildung im Fachunterricht sowie der kompetenzorientierte Unterricht zum einen verknüpft und zum anderen stark auf Operatoren gestützt sind. Bis vor wenigen Jahren war es trotzdem so, dass Operatoren häufig nur eingesetzt wurden, weil es im neuen kompetenzorientierten Lehrplan verlangt

wurde und nicht, weil durch sie ein kompetentes sprachliches Handeln in der jeweiligen Fachsprache ermöglicht bzw. abgefragt werden sollte. Das ergibt sich aus der Diplomarbeit von Alexandra Reichstädter, die Operatoren in den Aufgaben der mündlichen Reifeprüfung analysiert und festgestellt hat, dass zum einen in 9% der Maturaaufgaben keine Operatoren verwendet wurden und in 40% aller Fälle ein zur Aufgabe unpassender Operator gewählt wurde (vgl. Reichstädter 2017: 72). Kompetenzorientierte und sprachbewusste Aufgabenstellungen verwenden allerdings Operatoren, um sprachliche und fachliche Kompetenzen zu vermitteln. Diese Annahme unterstützen auch Adamina und Hild in ihrer Darstellung von Lernaufgaben im Naturwissenschaftsunterricht. Ihre sechs definierten Merkmale von Lernaufgaben stehen alle mit dem Kompetenzbegriff in Verbindung und stellen gleichzeitig das Sprachhandeln in den Blickpunkt, womit der Brückenschlag zu den Operatoren gegeben ist (vgl. Adamina & Hild 2019: 121). Laut Adamina und Hild ist die eigentliche Handlungsaufforderung einer Lernaufgabe im *Aktivierungsteil* eingebaut, der einen Bestandteil von gelungenen Lernaufgaben darstellt (vgl. Adamina & Hild 2019: 124). Da in diesem Teil Handlungsaufforderungen eingesetzt werden, gibt es auch hier Operatoren, die Sprachhandlungen anleiten und explizieren. Das wird zwar bei Adamina und Hild nicht direkt erwähnt, lässt sich aber anhand der Betrachtung der Theorie feststellen, in der die Operatoren die Ankerpunkte der Kompetenzorientierung darstellen und somit eng mit dem Kompetenzbegriff verknüpft sind. Operatoren sind also für die Entwicklung von Handlungskompetenzen ebenso wichtig wie für den sprachsensiblen Fachunterricht. Beim Einsatz von Operatoren in Aufgabenstellungen ist es wichtig, sich vor Augen zu führen, welche kognitiven Prozesse mit deren Bearbeitung verbunden sind. Im Naturwissenschaftlichen Unterricht werden Operatoren unterschieden, die Kompetenzen bezüglich *Reproduktion*, *Transfer* oder *Reflexion* bzw. *Problemlösungen* fordern aber auch fördern. (vgl. RIS 2021: 234-235) Unter der Reproduktion wird das reine Wiedergeben von Wissen verstanden, wobei verschiedenste Informationsquellen, auch das Gedächtnis, herangezogen werden können. Der Wissenstransfer hingegen ist komplexer und benötigt zusätzlich zum Fachwissen auch prozedurales Wissen, wie Weirer und Paechter (2019) es definieren. Das erworbene Fachwissen wird dabei unter der Zuhilfenahme von passenden Sprachmitteln auf eine neue, meist unbekanntere Situation übertragen, um ein Problem zu lösen. Das prozedurale Wissen ist hier deshalb entscheidend, weil es den Arbeitsprozess und die dafür notwendigen Handlungskomponenten bereitstellt (vgl. Weirer & Paechter 2019: 23). Zuletzt ist der

kognitive Prozess der *Reflexion* bzw. des *Problemlösens* derjenige, der die größte kognitive Herausforderung darstellt. Hier geht es nämlich nicht nur darum, das erlernte Wissen anzuwenden, sondern zusätzlich den eigenen Standpunkt zu begründen und auch Handlungsvorschläge zu unterbreiten. (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 32; RIS 2021)

Um Operatoren erfolgreich zu bearbeiten, welche dem Punkt *Reflexion* zuzuordnen sind, müssen Kompetenzen im Bereich der Wissensreproduktion und des Wissenstransfers bereits erworben worden sein, weil die Reflexion kumulativ darauf aufbaut. Zudem stellen Oleschko und Moraitis fest, dass für manche Operatoren wie *interpretieren*, *erörtern* oder *darstellen*, mehrere kognitive Handlungen miteinander vereint werden müssen, um eine Aufgabenstellung bearbeiten zu können (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 32). Das Kompetenzmodell für das Fach Biologie und die dazugehörige Verankerung im Lehrplan mitsamt der Basiskonzepte sollen dafür garantieren, dass SchülerInnen am Ende der Schullaufbahn operatorenbasierte Aufgabenstellungen bearbeiten können, die alle drei kognitiven Prozesse fordern. Zusätzlich wurde vom *Österreichischen Kompetenzzentrum für Didaktik (AECC)* des Faches Biologie und Umweltkunde ein Operatorenkatalog herausgegeben, der beim Einsatz der Operatoren in Aufgabenstellungen unterstützt und ein Leitfaden für Lehrkräfte sein kann, den zur Aufgabenstellung passenden Operator im Sinne der Kompetenzorientierung auszuwählen (vgl. Reichstädter & Müllner 2018).

5.3 Operatoren und die Sprachverwendung in Schulbüchern

Schulbücher tragen einen wesentlichen Beitrag zur sprachlichen und fachlichen Bildung der SchülerInnen bei und sollen auch Operatoren verwenden, um einen Beitrag zur Kompetenzorientierung zu leisten, der von den LehrerInnen im Unterricht direkt verwendet werden kann. Da die Sprachverwendung in den Schulbüchern im Laufe der Zeit ebenso wie im Unterricht anspruchsvoller wird und zunehmend komplexe bildungs- und fachsprachliche Elemente enthält, plädieren Schmörlzer-Eibinger et al. dafür, dass die Sprache in Schulbüchern bewusst eingesetzt werden soll, um neben dem Fachwissen auch Textkompetenz und bildungssprachliche Kompetenzen zu fördern. (vgl. Schmörlzer-Eibinger et al 2012: 3). Weiters stellen sie in dieser Aussendung des BMBWF klar, dass Operatoren in Aufgabenstellungen der Schulbücher explizit eingesetzt werden müssen, um die Transparenz für die SchülerInnen zu gewährleisten (vgl. Schmörlzer-Eibinger et al 2012: 25). Sie definieren auch die Sprache als zentrales Element und Instrument des

Lernens im Unterricht und folgern daraus, dass der Erwerb von Wissen eine Sprachkompetenz voraussetzt:

Schulbücher dienen aber auch als ein Sprachlernangebot: Anhand von Schulbüchern können sich SchülerInnen nicht nur Fachwissen, sondern auch Sprache aneignen. Die Art der Sprachverwendung in Schulbüchern ist daher nicht nur für das fachliche, sondern auch für das sprachliche Lernen relevant. (Schmölzer-Eibinger et al 2012: 3)

In weiterer Folge führen Schmölzer-Eibinger et al. aus, dass die Schulbücher sprachlich aufbereitet sein müssen, damit alle SchülerInnen die darin enthaltenen Texte und Aufgabenstellungen meistern können (vgl. Schmölzer-Eibinger et al 2012: 3). Daraus lässt sich schließen, dass die Schulbücher entlang der kompetenzorientierten Lehrpläne entwickelt und verfasst sein sollen, um die SchülerInnen beim sprachlichen und fachlichen Kompetenzerwerb zu unterstützen. Zur Sprache und den sprachlichen Herausforderungen im Schulbuch haben Oleschko und Moraitis Schulbücher des Unterrichtsfaches Geschichte auf deren sprachliche Sensibilität hin untersucht, wobei mögliche Schwierigkeiten den Mittelpunkt der Forschung dargestellt haben und vor allem auf Operatoren Bezug genommen wird, da diese für den Lernprozess entscheidend sind (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 11-12). Sie stellen dar, dass die Verständlichkeit von Schulbüchern häufig kritisiert wird, weil die sprachlichen Herausforderungen teilweise zu hoch sind und das Verständnis bei den SchülerInnen nicht gegeben ist, was aber der Fall sein muss, um das Schulbuch als Mittel zum Lernen einzusetzen. (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 16-17) Dabei zeigen sie auf, dass der Fokus bei Schulbüchern auch auf den Sprachmitteln liegen sollte, um diese aktiv in den Unterricht einbinden zu können:

Schulbuchforschung und Fachdidaktik, die darauf abzielen, dass die Inhalte verständlich sind und von den Lernenden selbstständig rezipiert und bearbeitet werden können, kommen ohne Kenntnisse über sprachliche Strukturen des Fachunterrichts nicht aus. (Oleschko & Moraitis 2012: 17)

Zu dieser eigenständigen Rezeption und Bearbeitung von Inhalten des Schulbuches gehören aber auch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen, die sich mit den Fachinhalten beschäftigen, weil seit der Kompetenzorientierung in den Lehrplänen die Arbeit mit Operatoren fixer Bestandteil des Fachunterrichtes ist: „Zum Zwecke einer einheitlichen Kompetenzerfüllung wurde eine neue Aufgabenkultur generiert, die mit Hilfe von sog. Operatoren konkretes unterrichtliches Handeln von Seiten der Lerner verlangt.“ (Oleschko & Moraitis 2012: 19) Oleschko und Moraitis unterstreichen dabei die Ansicht, dass Operatoren sprachliche und kognitive Kompetenzen erfordern und somit komplexe Handlungen darstellen (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 20). Daraus folgend wird der Ansatz vieler Arbeiten unterstützt, dass der Einsatz von Operatoren in

Aufgabenstellungen von Schulbüchern transparent und explizit geschehen muss, um kompetenzfördernd für die SchülerInnen zu sein. Aufgrund dieser sprachlichen Herausforderungen, die Schulbücher bereitstellen können, ist es notwendig, dass LehrerInnen vorab entscheiden, ob konkrete Aufgabenstellungen für die jeweilige LernerInnengruppe verwendet werden können oder nicht. Oleschko und Moraitis stellen fest, dass „die Aufgaben, die ein Schulbuch zur Verfügung stellt, [...] immer wieder von der Lehrkraft hinterfragt werden [müssen].“ (Oleschko & Moraitis 2012: 27) Daraus folgt, dass sich alle Lehrpersonen mit den fach- und bildungssprachlichen Herausforderungen der Schulbücher beschäftigen müssen, wie es auch bei einem sprachsensiblen Unterricht der Fall ist. Bei den Aufgabenstellungen in Schulbüchern unterscheiden Oleschko und Moraitis zwischen operatorenbasierten Aufgabenstellungen und jenen, die durch W-Fragen operationalisiert werden, wobei die Verwendung von Operatoren den Reflexionsprozess der SchülerInnen unterstützen soll (vgl. Oleschko & Moraitis 2012: 30-31). Um die Schulbücher in einem sprachbildenden Unterricht einsetzen zu können, plädieren sie dafür die „Operatoren ‚aufzuschlüsseln‘, um die Anforderung[,] die an den Schüler gestellt wird, klar zu definieren.“ (Oleschko & Moraitis 2012: 34) Damit lässt sich ein Schluss zwischen dem Einsatz von Aufgabenstellungen aus Schulbüchern und dem Anspruch eines kompetenzorientierten sowie sprachsensiblen Unterrichtes ziehen, weil die Operatoren in all diesen Bereichen eine entscheidende Rolle zum gemeinsamen Erwerb sprachlicher und fachlicher Kompetenzen sowie der Förderung kognitiver Prozesse spielen.

6 Forschungsdesign

6.1 Forschungsfragen

In dieser Arbeit sollen zwei Forschungsfragen beantwortet werden, die sich aus der Auseinandersetzung mit der Theorie und dem Interesse an der sprachlichen Aufbereitung von Schulbüchern der Biologie ergeben haben. Die erste Fragestellung, welche dieser Arbeit zugrunde liegt, lautet: *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?* Durch die Beantwortung dieser Fragestellung soll sich herausstellen, ob die Schulbücher entlang den Richtlinien des BMBWF entwickelt sind und Operatoren in Aufgabenstellungen gezielt und präzise einsetzen. Die zweite Fragestellung lautet: *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert?* Durch die Ermittlung der in den

Aufgabenstellungen geförderten Kompetenzen und den zugehörigen kognitiven Prozessen lässt sich beurteilen, ob die sich die Aufgabenstellungen und deren Operatoren in das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften einordnen lassen. In weiterer Folge lässt sich durch die Operationalisierung der beiden Fragestellungen beurteilen, ob die Aufgaben der zur Analyse herangezogenen Biologieschulbücher in einem sprachsensiblen und kompetenzorientierten Unterricht eingesetzt werden können und diesen somit fördern, da in der Literatur immer wieder auf die entscheidende Rolle der Operatoren und Handlungskompetenzen verwiesen wird.

6.2 Methode

Für die Operationalisierung der in Kapitel 6.1 angeführten Fragestellungen, die in dieser Arbeit beantwortet werden sollen, wird die Methode der quantitativen Schulbuchanalyse verwendet, wobei die Auswertung anhand deskriptiver Statistik erfolgt. Der quantitative Ansatz ist dafür geeignet, die doch große Anzahl der Aufgabenstellungen zu analysieren und die Ergebnisse in weiterer Folge übersichtlich in Diagrammen und Tabellen darzustellen. Grundsätzlich handelt es sich um eine empirische Vorgehensweise, da in der Empirie die praktische Umsetzung einer Theorie überprüft wird. Zudem wird anhand vordefinierter Kategorien gearbeitet, wodurch die Ergebnisse nachvollziehbar und wiederholbar sind, womit das Gütekriterium der Objektivität gegeben ist. (vgl. Sandberg 2012: 40) Innerhalb der Empirie lässt sich das Vorgehen in dieser Arbeit der Deduktion zuordnen, weil eine bereits bestehende Theorie, nämlich die Vorgaben des BMBWF und des Lehrplans, überprüft wird (vgl. Sandberg 2012: 36). Der quantitative Ansatz wurde für diese Arbeit auch deshalb gewählt, weil dadurch die Umsetzung der Theorie in der Realität überprüft werden kann, was für die Operationalisierung der Fragestellungen entscheidend ist. Zudem können durch den quantitativen Ansatz schlussendlich die Häufigkeiten und Unterschiede zwischen den einzelnen Schulbüchern dargestellt und ausgewertet werden. (vgl. Sandberg 2012: 45) Die Auswertung und Darstellung der generierten Daten erfolgt im Anschluss an die Analyse durch den Ansatz der deskriptiven Statistik nach Cleff (2015) sowie Toutenburg und Heumann (2008), wie in Kapitel 6.4 näher beschrieben wird.

In Abbildung 1 sind die Bestandteile dieser Arbeit sowie die damit verbundenen quantitativen Analyseschritte übersichtlich dargestellt. Jene Arbeitsschritte, die ein Teil der quantitativen Schulbuchanalyse sind, wurden in grün dargestellt:

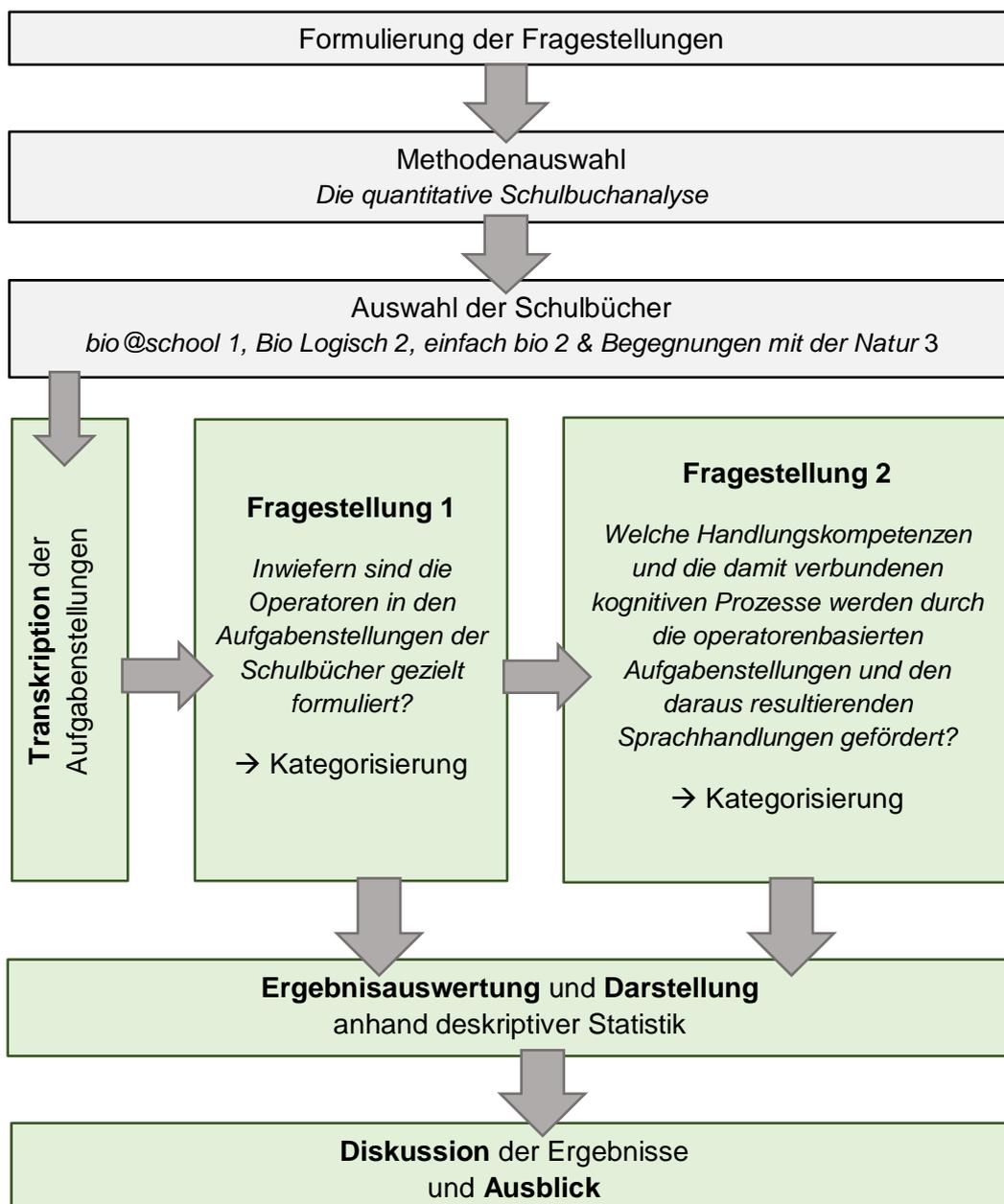


Abbildung 1: Forschungsdesign der vorliegenden Arbeit

6.3 Korpusbeschreibung

Um die Fragestellungen dieser Arbeit beantworten zu können, werden vier verschiedene Biologieschulbücher der Sekundarstufe I aus drei verschiedenen Verlagen und drei Jahrgangsstufen herangezogen, die in den letzten Jahren überarbeitet und mit dem Prädikat *kompetenzorientiert* versehen herausgebracht wurden. Dabei handelt es sich um die Werke: *bio@school 1* (Schermaier & Weisl 2020), *Bio Logisch 2* (Gereben-Krenn, Jaenicke & Jungbauer 2017), *einfach bio 2* (Gazzia & Stoll 2017) sowie *Begegnungen mit der Natur 3* (Biegl 2019). Aus der 8. Schulstufe wurde deshalb kein Schulbuch für

die Analyse ausgewählt, weil bei diesen der Überarbeitungsprozess hin zur Kompetenzorientierung teilweise noch läuft und die Neuauflagen erst in den nächsten Jahren erscheinen.

Bei *bio@school 1* handelt es sich um ein Werk, das für die erste Klasse der Sekundarstufe I (5. Schulstufe) ausgelegt ist. Es ist im Veritas Verlag erschienen und wurde von Andreas Schermaier und Herbert Weisl verfasst. Das für die Analyse herangezogene Exemplar entstammt der zweiten Auflage, die allerdings laut Angaben des Verlages parallel mit der ersten Auflage im Unterricht verwendet werden kann. Das Buch arbeitet vor allem bei den Aufgabenstellungen mit Gratis-Materialien, die auf der Homepage des Verlages zugänglich sind und mittels QR-Code direkt aufgerufen werden können (vgl. Schermaier & Weisl 2020: 5). Zu Beginn werden die Kompetenzen auf einer eigenen Schulbuchseite thematisiert und erklärt, welche Anforderungen in welchem Kompetenzbereich an die SchülerInnen gestellt werden. Zudem ist der Zuordnungsschlüssel, der im Buch zur Kennzeichnung der Aufgaben verwendet wird, erklärt. Am Schluss des Schulbuches ist zudem das komplette Kompetenzmodell der Naturwissenschaften angeführt, in das die Aufgaben eingeordnet wurden, allerdings wurden dabei die Handlungskompetenzen W5, E5 und S5 aus dem Modell gestrichen (vgl. Schermaier & Weisl 2020: 146). Die Neubearbeitung dieses Schulbuches wurde demnach in das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften eingliedert, und Aufgaben erstellt, die laut Verlag die Ausbildung von Handlungskompetenzen fördern. Die Operatoren werden in diesem Buch nicht eigens thematisiert und es gibt auch keine Liste, in der ausgewiesen wäre, welche konkreten Sprachhandlungen mit den Operatoren einhergehen.

Die kompetenzorientierte Neubearbeitung des Schulbuches *Bio Logisch 2* ist 2017 im Dorner Verlag der Westermann-Gruppe erschienen. Es wurde von Karl Schirl und Barbara-Amina Gereben-Krenn für Österreich überarbeitet und ist für die zweite Klasse der Sekundarstufe I (6. Schulstufe) ausgelegt. Die darin enthaltenen Aufgabenstellungen wurden laut Verlag in das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften eingliedert und auch dementsprechend ausgewiesen. Nähere Informationen zum Kompetenzmodell sind in diesem Buch nicht zu finden, lediglich die Bereiche *W – Wissen organisieren*, *E – Erkenntnisse gewinnen* und *S – Schlüsse ziehen* sind ausgewiesen. Konkrete Aufgabenstellungen sind markiert und farblich gekennzeichnet. Wie bereits erwähnt, sind in diesem Schulbuch 227 Aufgabenstellungen enthalten, wobei pro Schulbuchseite im Schnitt zwei Aufgabenstellungen zu finden sind und am Abschluss jedes Kapitels ein

sogenannter Kompetenzcheck vorgenommen werden kann, in dem zum einen die erworbenen Kompetenzen beschrieben sind und im Anschluss ca. zwei Seiten mit Aufgaben folgen, anhand denen der Kompetenzerwerb überprüft werden kann. (vgl. Schirl & Gereben-Krenn 2017: 18-23) Bei diesem Schulbuch wird auf die Eingliederung in das Kompetenzmodell entlang des Lehrplans ausdrücklich hingewiesen und es wird für die Verwendung in AHS und Mittelschulen empfohlen.

Die für diese Arbeit verwendete Ausgabe von *einfach bio 2* ist 2017 im Österreichischen Bundesverlag Schulbuch (ÖBV) erschienen und wurde von den Autoren Ruth Gazzia und Franz Stoll für die zweite Klasse der Sekundarstufe I (6. Schulstufe) entwickelt. Es wird nicht ausdrücklich auf die Kompetenzorientierung des Buches hingewiesen, allerdings werden die 221 Aufgabenstellungen durch Kennzeichnung mit den Buchstaben *W*, *E* und *S* in das Kompetenzmodell eingeordnet. Zudem gibt es am Ende jedes Kapitels eine Doppelseite mit Namen *Basis und Plus – Das kann ich!*, wobei der Name eindeutig auf den Kompetenzbegriff als Grundlage schließen lässt. Zusätzlich zu den Kompetenzbereichen werden die Aufgabenstellungen auch anhand ihrer Komplexität gekennzeichnet. Zwar werden die kognitiven Prozesse nicht ausdrücklich erwähnt, in der Legende zu den einzelnen Symbolen sind aber die Definitionen der Komplexitätsgrade angeführt, wobei die erste Stufe mit dem Wissenserwerb gleichzusetzen ist. Auf der zweiten Stufe wird dieses Wissen mitsamt den Grundfertigkeiten angewandt und muss auf der dritten Stufe beurteilt werden, wobei hier noch das selbstständige Lösen der Aufgabe erwähnt wird. (vgl. Gazzia & Stoll 2017: 3) Aufgrund dieser Angaben wird für diese Arbeit angenommen, dass mit diesen Definitionen die kognitiven Prozesse Reproduktion, Transfer und Reflexion gemeint sind. In diesem Schulbuch findet sich ebenfalls keine Operatorenliste.

Zuletzt ist die Neubearbeitung von *Begegnungen mit der Natur 3* 2019 ebenfalls im ÖBV erschienen, für die dritte Klasse der Sekundarstufe I (7. Schulstufe) ausgelegt und wurde von Christine-Eva Biegl verfasst. Am Beginn des Buches gibt es eine Doppelseite mit einer Erklärung des Buchaufbaus. Dabei wird auf das Kompetenzmodell hingewiesen, da auch in diesem Buch die Aufgabenstellungen den jeweiligen Kompetenzbereichen *W*, *E* oder *S* zugeordnet wurden. Die einzelnen Kompetenzbereiche wurden dabei mit einer stichwortartigen Kurzbeschreibung versehen (vgl. Biegl 2019: 4). In diesem Schulbuch sind 141 Aufgabenstellungen enthalten, wobei es hier, wie in *Bio Logisch 2*, am Ende jedes Kapitels eine Seite mit mehreren Aufgaben gibt, anhand denen der

Kompetenzerwerb überprüft werden kann. Die Lösungen dazu sind online über einen angegebenen Link abrufbar. Auch in diesem Schulbuch ist keine Operatorenliste enthalten, auf der die Anforderungen der jeweiligen Sprachhandlung angegeben wären.

6.4 Kategorisierung und Datenerhebung

Um die Aufgabenstellungen später Kategorien zuordnen zu können, wurden die in den Schulbüchern vorkommenden 648 Aufgabenstellungen als direkte Zitate in eine Excel-Tabelle übertragen. Dabei wurde für jedes Schulbuch eine eigene Registerkarte angelegt. Hier ist anzumerken, dass auch mögliche Rechtschreib-, Grammatik- bzw. Beistrichfehler übernommen wurden. Auf Grammatikfehler ist in der Transkription mit einem [sic] verwiesen worden, Fehler in der Kommasetzung wurden nicht explizit markiert. Zusätzlich wurde bei jeder Aufgabenstellung die entsprechende Schulbuchseite angegeben, der sie entnommen ist, damit kein Plagiat entsteht und man die Aufgabe wiederfinden kann, wenn man einen Aspekt genauer betrachten will oder anschließend an diese Arbeit andere Merkmale der Aufgabenstellungen überprüft werden sollen.

6.4.1 Kategorien zur Formulierung der Operatoren

Zur Operationalisierung der ersten Fragestellung *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?*, werden die Aufgabenstellungen mittels verschiedener Kategorien untersucht und diesen zugeordnet. Bei der Formulierung dieser Kategorien haben der Lehrplan und die Rahmenbedingungen aus der Handreichung *Sprache im Schulbuch* des BMBWF (Schmölzer-Eibinger et al 2012), in denen eine gezielte und präzise Verwendung der Operatoren gefordert wird, als Grundlage gedient. Wenn man von einer gezielten sowie präzisen Formulierung der Operatoren ausgeht, kann man zwei Pole definieren. Der erste Pol (Kategorie A) bezieht sich auf die genaueste Umsetzung der Vorgabe, wobei die Aufgabenstellung mit einem einzigen Operator in einem Satz formuliert wird. Dabei herrscht die größte Transparenz hinsichtlich der Anforderungen an die SchülerInnen. Der zweite Pol (Kategorie D) ist dann gegeben, wenn diese Vorgabe ignoriert, gar kein Operator verwendet und die Aufgabenstellung durch eine W-Frage bzw. einen Fragesatz formuliert wird. Dazwischen werden in dieser Arbeit für die Einteilung der Operatoren zwei Abstufungsgrade definiert. Näher beim zweiten Pol ist jene Kategorie von Aufgabenstellungen, die zwar anhand eines Operators formuliert wurden, jedoch auch ein Fragewort enthalten und somit auch als Frage formuliert sein könnten, wenn die Satzstellung verändert werden würde

(Kategorie C). Die letzte Kategorie bezieht sich auf Aufgabenstellungen, die mittels Operatoren formuliert wurden und kein Fragewort enthalten, jedoch mehrere Operatoren in sich vereinen, die zur Lösung der Aufgabenstellungen bearbeitet werden müssen (Kategorie B). In Tabelle 2 sind die Kategorien zur Beantwortung der ersten Fragestellung übersichtlich zusammengefasst:

Kategorie	Definition	Beispiel
(A)	Die Aufgabenstellung ist mit einem Operator in einem präzisen Satz formuliert.	„ Definiere den Begriff XY anhand der vorliegenden Informationen.“
(B)	Die Aufgabenstellung umfasst mehr als einen Operator. Die Aufgabe besteht ggf. aus mehreren Sätzen.	„ Vergleiche XY miteinander. Nenne und erkläre die Unterschiede.“
(C)	Die Aufgabenstellung enthält einen Operator, der jedoch mit einem Fragewort bzw. einer W-Frage kombiniert ist.	„ Begründe , warum XY zutrifft.“
(D)	Die Aufgabenstellung ist ohne Operator formuliert. Es wird ein Fragesatz formuliert.	„Treffen die vorliegenden Aussagen über XY zu?“

Tabelle 2: Kategorien zur Operationalisierung der Fragestellung 1

Zur Analyse wurden die Aufgabenstellungen zunächst in eine Excel-Tabelle übertragen, wobei für jedes Schulbuch eine eigene Registerkarte erstellt wurde, in der anschließend die Zuordnung zu den einzelnen Kategorien eingetragen wurde. Während der Analyse der Aufgabenstellungen hat sich herausgestellt, dass nicht alle einer einzigen Kategorie zuzuordnen sind. Damit in der Darstellung der Ergebnisse am Schluss sichtbar ist, welche Formulierungen in jedem Schulbuch gewählt wurden, sind immer alle festzustellenden Kategorien zugewiesen worden. Besteht eine Aufgabenstellung also aus zwei Handlungsaufforderungen, wobei eine zur Kategorie A und die andere zur Kategorie C zugeteilt werden könnte, wurde die Aufgabenstellung mit der Markierung A&C versehen. Ein Beispiel dafür ist folgende Aufgabe: „Vergleiche die Skelette der Vordergliedmaßen in Abb. 15. Gib an, welche Farbe für welche Knochen steht.“ (Biegl 2019: 114) Hier ist der erste Satz der Kategorie A zuzuordnen, weil mit *vergleiche* nur ein Operator verwendet wird, der in einem Satz formuliert ist. Der zweite Teil der Handlungsaufforderung gehört allerdings der Kategorie C an, weil hier der Operator *gib an* mit dem Fragewort *welche* kombiniert ist. Dieses Prinzip wurde auch bei anderen Formulierungsoptionen angewandt.

6.4.2 Kategorien für Handlungskompetenzen und kognitive Prozesse

Bei der Auseinandersetzung mit der zweiten Fragestellung *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch*

die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert? werden die Aufgabenstellungen, die bereits in Excel-Tabellen übertragen worden sind, anhand des *Kompetenzmodells Naturwissenschaften als Leitlinie für den Unterricht im Fach Biologie und Umweltkunde* (lt. Lehrplan; RIS 2021: 233-235) untersucht, das im Lehrplan für die AHS/MS in den didaktischen Grundsätzen für alle Klassen verankert ist. Dabei wird jede Aufgabenstellung jener Handlungskompetenz zugeordnet, die sie fördert und anschließend dem zur Bearbeitung notwendigen kognitiven Prozess *Reproduktion* (von Wissen), *Transfer* (von Wissen) oder *Reflexion und Problemlösen* zugeordnet. Die Definition der einzelnen kognitiven Prozesse ist bereits im Theorieteil erfolgt. Inwiefern die kognitiven Prozesse den einzelnen Handlungskompetenzen zugeteilt werden können, wurde bereits im Vorhinein überlegt. Da sie sich nicht exakt mit den einzelnen Kompetenzbereichen *Fachwissen aneignen und kommunizieren* (W), *Erkenntnisse gewinnen* (E) und *Standpunkte begründen und reflektiert handeln* (S) deckt, ist eine gesonderte Ausweisung des kognitiven Prozesses notwendig. Zusätzlich gibt es eine Kategorie *Nicht zuordenbar* (NZ), falls eine Aufgabenstellung keiner der im Lehrplan geforderten Handlungskompetenzen zugeordnet werden können sollte. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Handlungskompetenzen innerhalb der drei Kompetenzbereiche und die Zuordnung der kognitiven Prozesse zu den einzelnen Handlungskompetenzen ist in Tabelle 3 zu sehen, wobei die Formulierung der Handlungskompetenzen direkt dem Lehrplan (RIS 2021: 234-235) entnommen ist:

Fachwissen aneignen und kommunizieren (W)	Erkenntnisse gewinnen (E)	Standpunkte begründen und reflektiert handeln (S)
W1: Biologische Vorgänge und Phänomene beschreiben und benennen.	E1: Biologische Vorgänge und Phänomene beobachten, messen und beschreiben.	S1: Fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen unterscheiden.
W2: Aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen.	E2: Biologische Vorgänge und Phänomene hinsichtlich evolutionsbiologischer Kriterien analysieren und Beziehungen herausarbeiten.	S2: Sachverhalte und Probleme unter Einbeziehung kontroverser Gesichtspunkte reflektiert erörtern und begründet bewerten.
W3: Vorgänge und Phänomene in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm, ...) darstellen,	E3: Zu biologischen Vorgängen und Phänomenen Fragen stellen und Hypothesen formulieren.	S3: Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse für das Individuum und für die

erläutern und adressatengerecht kommunizieren.		Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln.
W4: Vorgänge und Phänomene mittels Fachwissen unter Heranziehung von Gesetzmäßigkeiten (Modelle, Regeln, Gesetze, Funktionszusammenhänge, ...) erklären.	E4: Untersuchungen oder Experimente zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen planen, durchführen und protokollieren.	S4: Menschliche Erlebens- und Verhaltensmuster aus evolutionsbiologischer Sicht reflektieren.
W5: Biologische Vorgänge und Phänomene im Kontext ihres evolutionären Zusammenhangs erläutern.	E5: Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (z.B.: ordnen, vergleichen Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren.	S5: Handlungsempfehlungen erstellen und gestalten (z.B.: Naturschutzstrategien, Gesundheitskonzepte, Ernährungspläne, ...).
(NZ): Die Aufgabenstellung ist keiner der oben angeführten Handlungskompetenzen (HK) zuzuordnen		
Zuordnung der Handlungskompetenzen zu den kognitiven Prozessen (kP): (R) Reproduktion → W1, W2, W3, W4, E1 (T) Transfer → W4, W5, E2, E3, E4, E5, S1 (P) Problemlösen und Reflexion → E5, S1, S2, S3, S4, S5		

Tabelle 3: Kategorien zur Analyse der Aufgabenstellungen in den Biologieschulbüchern anhand der vorgegebenen Handlungskompetenzen im Lehrplan für das Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde (RIS 2021: 233-235)

Durch die Zuordnung der Handlungskompetenzen und kognitiven Prozesse zu den Aufgabenstellungen lässt sich anschließend beurteilen, ob die Vorgaben des Lehrplans bezüglich der Kompetenzorientierung im Schulbuch umgesetzt wurden. Da die Handlungskompetenzen und Operatoren auch im integrativen Sprach-Fachunterricht eine entscheidende Rolle spielen, lässt sich ein Umkehrschluss auf die mögliche Verwendung der Aufgaben in einem sprachsensiblen Fachunterricht ziehen. Die Zuordnung zu den Kategorien erfolgt durch die Buchstaben-/Zahlenkombinationen *W1-5*, *E1-5* bzw. *S1-5* für die Handlungskompetenzen sowie den Buchstaben *R*, *T* und *P* für die einzelnen kognitiven Prozesse. Wie bei Fragestellung 1 sind die Ergebnisse der Analyse bezüglich der Handlungskompetenzen nicht immer eindeutig, vor allem wenn die Aufgabenstellung aus mehreren Handlungsaufforderungen besteht und bezüglich Fragestellung 1 den Kategorien B oder C zuzuordnen ist. Ein Beispiel hierfür ist die Aufgabe:

Vergleiche das Gebiss einer Katze mit dem eines Menschen. Achte dabei auf Anzahl, Aussehen und Stellung der Zähne. Ermittle Gemeinsamkeiten und Unterschiede und stelle diese in Form einer Tabelle (vgl. Vorlage) dar. Wie hängt die Nahrung von Katze und Mensch mit der Ausbildung der Gebisse zusammen? (Schermaier & Weisl 2020: 35)

Bei dieser Aufgabenstellung werden mehrere sprachlich-kognitive Handlungen von den SchülerInnen verlangt. Zum einen soll ein Vergleich gemacht werden und dessen Ergebnisse in einer Tabelle übersichtlich dargestellt werden. Da der Vergleich unter

Heranziehung von Funktionszusammenhängen geschieht, fördert diese Aufgabe sowohl die Handlungskompetenz *W3* als auch *W4*. Folglich werden auch beide Kategorien bei der Analyse durch eine Kategorisierung mit *W3&W4* angegeben. Die Zuordnung der kognitiven Prozesse zu den Handlungskompetenzen laut Tabelle 3 entspricht meistens der Realität, wobei im Zweifelsfall auch von dieser Zuordnung abgewichen werden kann. Im weiteren Verlauf der Arbeit kann dadurch verglichen werden, welche Kompetenzen und kognitiven Prozesse bereits in der Sekundarstufe I gefördert werden, ob es Unterschiede zwischen den einzelnen Schulstufen bzw. Verlagen gibt und dargestellt werden, ob die Aufgabenstellungen im jeweiligen Schulbuch entlang den Vorgaben des Lehrplans entwickelt wurden.

6.5 Datenauswertung und Ergebnisdarstellung anhand deskriptiver Statistik

Im Anschluss an die Zuordnung der Aufgabenstellungen zu den Kategorien anhand der beiden Fragestellungen mussten die erhobenen Daten ausgewertet werden. Dazu wurde die Anzahl der jeweiligen Kategorien und deren Kombinationen in einer gesonderten Tabelle festgehalten, damit im Anschluss eine Präsentation der Ergebnisse mittels Diagrammen möglich ist. Hierbei wurden zum einen die Kategorien *Formulierung der Operatoren* sowie die *geförderten Handlungskompetenzen* und auch die dabei notwendigen *kognitiven Prozesse* gesondert ausgewertet. Da in den zur Analyse herangezogenen Schulbüchern teilweise die Kompetenzbereiche, denen die Aufgaben zugeordnet werden können, ausgewiesen waren, wurde auch das notiert und im Anschluss ausgewertet, sodass ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Arbeit möglich ist. Ein genauer Vergleich einzelner Aufgaben wird allerdings nicht gemacht, da das den Rahmen dieser Arbeit übersteigen und nicht den Fragestellungen entsprechen würde.

Das Skalenniveau der erhobenen quantitativen Daten dieser Arbeit ist nach Cleff ein nominales, wobei die Variablen denjenigen Kategorien entsprechen, die den Aufgabenstellungen im ersten und zweiten Analyseschritt zugeordnet wurden. Diese Kategorien vermitteln Informationen über die Aufgabenstellungen. Damit man diese im Anschluss statistisch erfassen kann, müssen sie kodiert werden, was bedeutet, dass immer nur ein Wert in einer Spalte der Excel-Tabelle erfasst wird. Die Kodierung der Informationen bezüglich der Formulierung der Operatoren und der geförderten Handlungskompetenzen sowie der kognitiven Prozesse erfolgt über Buchstaben bzw. Buchstaben-Zahlen-Kombinationen. (vgl. Cleff 2015: 22-23) Das erfordert in weiterer Folge allerdings einen Zwischenschritt. Die absolute Häufigkeit der einzelnen Kategorien

muss gesondert ermittelt werden, damit eine statistische Auswertung durch Diagramme erfolgen kann. Da die Ausprägungen der untersuchten Merkmale in dieser Arbeit Kategorien darstellen, handelt es sich um ungeordnete qualitative Merkmale, die einer quantitativen Analyse unterzogen werden. Laut Toutenburg und Heumann gibt man bei der Auswertung qualitativer Merkmale nicht die Anzahl der Beobachtungen an, sondern die einzelnen Häufigkeiten der Merkmalsausprägungen, wie es in dieser Arbeit der Fall ist. (vgl. Toutenburg & Heumann 2008: 29) Eine statistische Analyse bezieht sich laut ihnen auf Untersuchungseinheiten, die im Fall dieser Arbeit die Aufgabenstellungen in den Schulbüchern darstellen. Alle Aufgabenstellungen zusammengefasst bilden in weiterer Folge die Grundgesamtheit (N). Das bedeutet, dass eine Aufgabenstellung einen Teil der Grundgesamtheit darstellt. Sie führen weiter aus, dass jene Informationen, die man über die Grundgesamtheit, also die Aufgabenstellungen, herausfinden will, in der Statistik als Merkmal oder Variable x bezeichnet werden. (vgl. Toutenburg & Heumann 2008: 10) Das deckt sich mit den Ausführungen von Cleff, der beschreibt, dass durch Variablen die erhobenen Informationen kodiert sind. Die Variablen x der Analyse, welche die Informationsquelle dieser Arbeit darstellt, sind die erstellten Kategorien, deren Definition in den Tabellen 2 und 3 nachzulesen ist. Zwar wurden im ersten Analyseschritt den Aufgabenstellungen die Buchstaben und deren Kombinationen zugewiesen, allerdings im zweiten, quantitativen, Schritt die Häufigkeiten ermittelt, die durch Zahlen erfasst sowie angegeben werden können und die Analyse somit überprüfbar machen. Zusätzlich ist festzustellen, dass es sich bei den erfassten Merkmalen um diskrete handelt, da der Zustandsraum abzählbar ist. (vgl. Toutenburg & Heumann 2008: 13) Dieser „beschreibt die Menge aller möglichen Merkmalsausprägungen.“ (Toutenburg & Heumann 2008: 11) In dieser Arbeit sind die möglichen Merkmalsausprägungen die, durch Buchstaben bzw. Buchstaben-Zahlen-Kombination kodierte, Kategorien (z.B. A, B, C usw.) und deren Kombinationen (z.B. A&C). Da es aber nicht unendlich viele Kombinationsmöglichkeiten dieser Ausprägungen gibt, handelt es sich um diskrete Merkmale. Bei der Analyse, die dieser Arbeit zugrunde liegt, handelt es sich laut Toutenburg und Heumann um eine Totalerhebung, da deren Ergebnis eine „vollständige Information über die Grundgesamtheit“ (Toutenburg & Heumann 2008: 17) ohne Unsicherheiten ist, die durch fehlende Informationen über einzelnen Untersuchungseinheiten ausgelöst werden könnten. Da aber alle Aufgabenstellungen einer Kategorie zugewiesen bzw. in die Kategorie *Nicht zuordenbar* eingeteilt wurden, gibt es hier keine Informationslücken. (vgl. Toutenburg & Heumann 2008: 17)

Für diese Arbeit wurde eine nach Cleff univariate Auswertung der Ergebnisse durchgeführt, wobei immer nur eine Spalte der Excel-Tabelle zur selben Zeit, also nur eine Variable, ausgewertet worden ist. In weiterer Folge konnten die absoluten Häufigkeiten der einzelnen Kategorien festgestellt und im Anschluss daran die relative Häufigkeit jeder einzelnen Kategorie berechnet werden. (vgl. Cleff 2015: 30) Die relative Häufigkeit ist in Bezug auf die quantitative Analyse dieser Arbeit deshalb entscheidend, da dadurch ein Vergleich mit den anderen untersuchten Schulbüchern möglich wird. Die Anzahl der Aufgabenstellungen in den Schulbüchern unterscheidet sich teilweise gravierend voneinander. Während in *bio@school 1* nur 59 Aufgabenstellungen formuliert sind, liegt diese Zahl in *Bio Logisch 2* bei 227. Einen Vergleich anhand der absoluten Zahlen anzustellen, wäre damit unzulässig und würde falsche Schlussfolgerungen nach sich ziehen, weshalb hierfür die relativen Häufigkeiten herangezogen werden müssen. Die absolute Häufigkeit wird in der deskriptiven Statistik mit der Abkürzung x_i bezeichnet und die relative Häufigkeit in Prozent angegeben. Zunächst werden die Ergebnisse grafisch in einer Tabelle festgehalten, aus deren Werten Diagramme erstellt werden können. Die absolute Häufigkeit der einzelnen Kategorien lässt sich vor allem durch Säulendiagramme sehr gut darstellen, da man hierbei die kodierten Informationen, sprich die einzelnen Kategorien, auf der x-Achse der Skala darstellen und die zugehörigen Zahlenwerte auf der y-Achse ablesen kann. Für die Darstellung der relativen Häufigkeiten wurden hingegen Kreisdiagramme erstellt, da sich daran der prozentuale Anteil der einzelnen Kategorien besonders gut darstellen lässt. Kreisdiagramme haben zwar keine beschrifteten Achsen, allerdings können die einzelnen Kategorien in verschiedenen Farben dargestellt werden, deren Bedeutung in der Legende auf der rechten Seite festgehalten ist. (vgl. Cleff 2015: 30-33) Die relativen Häufigkeiten (%) wurden berechnet, indem die absolute Häufigkeit jeder einzelnen Kategorie (x_i) durch die Gesamtanzahl der Aufgabenstellungen im jeweiligen Buch (N) dividiert wurde (vgl. Toutenburg & Heumann 2008: 31).

7 Ergebnisse

7.1 Formulierung der Operatoren in *bio@school 1*

Bei der Formulierung der Operatoren konnten in diesem Buch alle im Vorfeld gebildeten Analysekatoren außer *nicht zuordenbar* nachgewiesen werden. Zusätzlich wurden die Kategorien B und D innerhalb der Aufgabenstellungen kombiniert. Am häufigsten vertreten war die Kategorie B, gefolgt von Kategorie C und der Kombination B&D. Im folgenden Diagramm (Abbildung 2) sind die absoluten Zahlenwerte bezüglich der Formulierung der Operatoren nachzulesen:

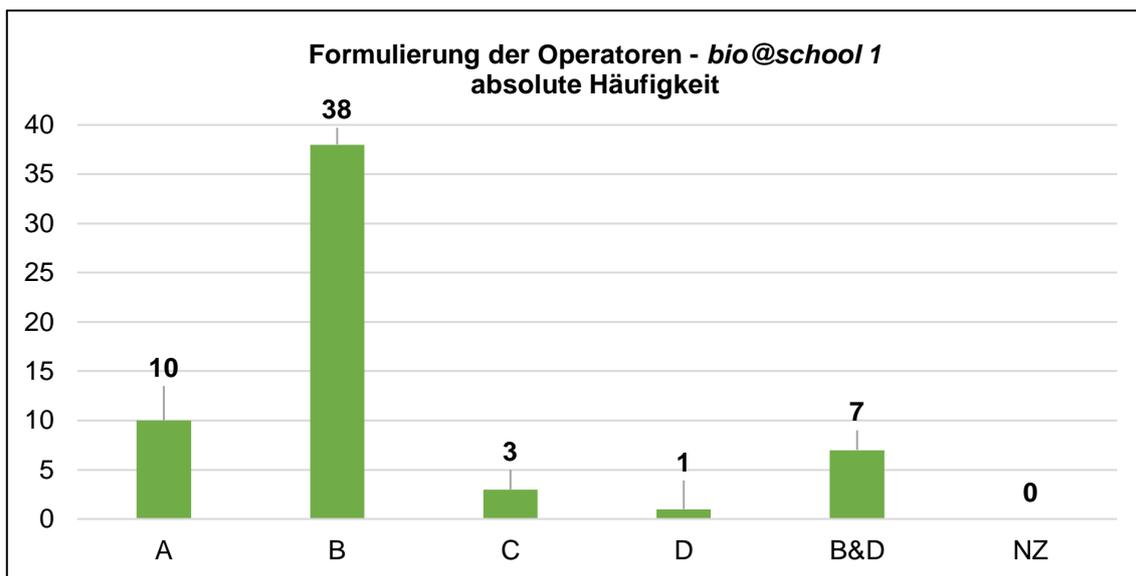


Abbildung 2: Ergebnisse der Analyse aus *bio@school 1* hinsichtlich der Formulierung der Operatoren in absoluten Zahlen

In diesem Diagramm kann man erkennen, dass die Kategorie B, mit 38 Aufgaben, am öftesten gezählt wurde. Das sind Aufgaben, die anhand mehrerer Operatoren formuliert wurden. Als Beispiel ist hier anzuführen: „[...] Lies in Kapitel 4 die Merkmale von Dachs 1, Fischotter 2, und Steinmarder 3 durch. Ordne dann die abgebildeten Pfoten richtig zu.“ (Schermaier & Weisl 2020: 68) Zuerst sollen die SchülerInnen einen Text durchlesen und anhand der erhaltenen Informationen die richtigen Zahlen zuordnen, was eine Kombination aus zwei Sprachhandlungen, *durchlesen* und *zuordnen*, darstellt. Kategorie A konnte zehn Aufgaben zugeordnet werden, die damit laut den Kategorien dieser Arbeit am eindeutigsten und gezieltesten formuliert wurden, was man am folgenden Beispiel erkennen kann: „Ordne die Ernährungsweise der Tiere zu: Fleischfresser A, Insektenfresser B, Pflanzenfresser (Gräser, Blätter) C, Pflanzenfresser (Samen, Nüsse) D.“ (Schermaier & Weisl 2020: 35) Bei dieser Aufgabe wird nur der Operator *zuordnen*

verlangt, der von den SchülerInnen durchgeführt werden soll. An dritter Stelle folgt die Kombination aus den Kategorien B&D, die siebenmal zugeordnet wurde:

Vergleiche das Gebiss einer Katze mit dem eines Menschen. Achte dabei auf Anzahl, Aussehen und Stellung der Zähne. Ermittle Gemeinsamkeiten und Unterschiede und stelle diese in Form einer Tabelle (vgl. Vorlage) dar. Wie hängt die Nahrung von Katze und Mensch mit der Ausbildung der Gebisse zusammen?“ (Schermaier & Weisl 2020: 35)

Bei dieser Aufgabenstellung müssen verschiedene Sprachhandlungen durchgeführt werden, um sie vollständig zu lösen. Verlangt werden die Operatoren *vergleichen* und *darstellen*. Zum Schluss wird noch eine Frage gestellt, die vermutlich dafür sorgen soll, dass ein Zusammenhang erkannt und formuliert wird. Vernachlässigbar gering war das Vorkommen der Kategorien C sowie D, wobei drei Aufgaben der Kategorie C und eine Aufgabe der Kategorie D zugeordnet werden konnten. Nicht zuordenbar war keine der 59 Aufgabenstellungen. Um die Ergebnisse im Anschluss besser vergleichen zu können, wurden die relativen Häufigkeiten dargestellt (siehe Abbildung 3):

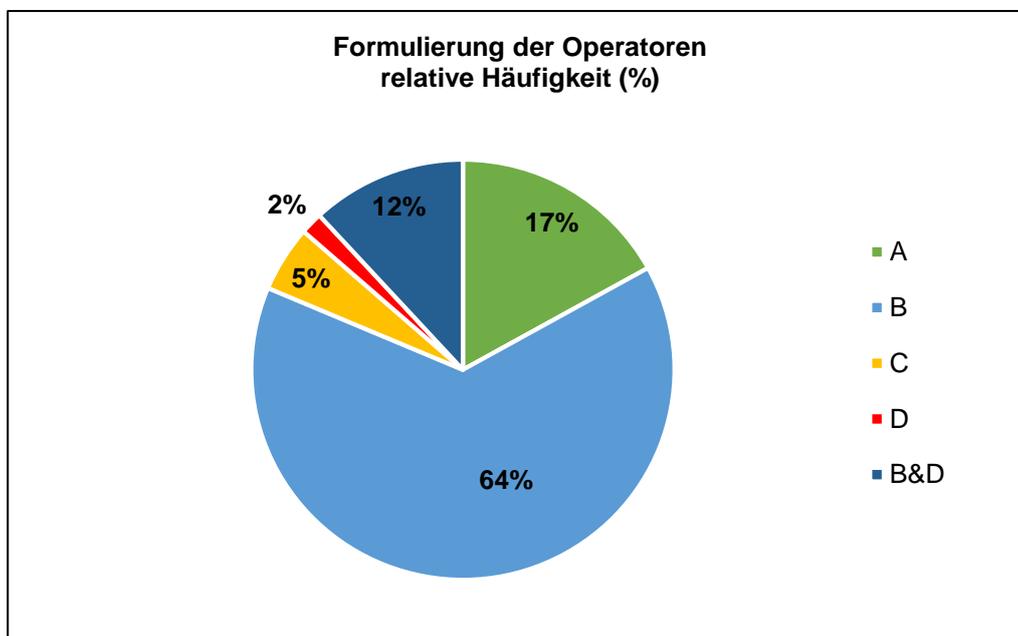


Abbildung 3: Prozentuale Ergebnisse der Analyse hinsichtlich der Formulierung der Operatoren aus bio@school 1

Hierbei lässt sich feststellen, dass die Kategorie B mit 64% den größten Anteil ausmacht und die Kategorien A mit 17% sowie C mit 12% an zweiter sowie dritter Stelle folgen, wobei der Anteil beider Kategorien bereits unter 20% liegt. Zuletzt folgen die Kategorien C und D mit 5% bzw. 2%. Auf dieser Abbildung nicht dargestellt, ist die Kategorie *nicht zuordenbar*, weil sie in den Ergebnissen nicht aufscheint.

Kategorie	x_i	%
A	10	17%
B	38	64%
C	3	5%
D	1	2%
B&D	7	12%
NZ	0	0%
Gesamt (N)	59	100%

Tabelle 4: Tabellarische Übersicht der Ergebnisse aus bio@school 1 bzgl. der Formulierung der Operatoren

In Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Analyse anhand der ersten Fragestellung nochmals übersichtlich nachzulesen. Dabei ist auch die Gesamtanzahl der im Buch vorhandenen Aufgabenstellungen (N) angegeben.

7.2 Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in bio@school 1

Bei der Zuteilung zu den Kategorien der zweiten Fragestellung konnten bis auf den Kompetenzbereich *S – Standpunkte begründen und reflektiert handeln*, geförderte Handlungskompetenzen aus den Bereichen *W* sowie *E* und Kombinationen daraus zugeordnet werden, wobei die Handlungskompetenz *W3* in 75% der Kombinationen vorhanden ist. In Abbildung 4 sind die absoluten Zahlenwerte der einzelnen Kategorien abgebildet, eine prozentuale Zuteilung ist anschließend in Abbildung 5 zu sehen:

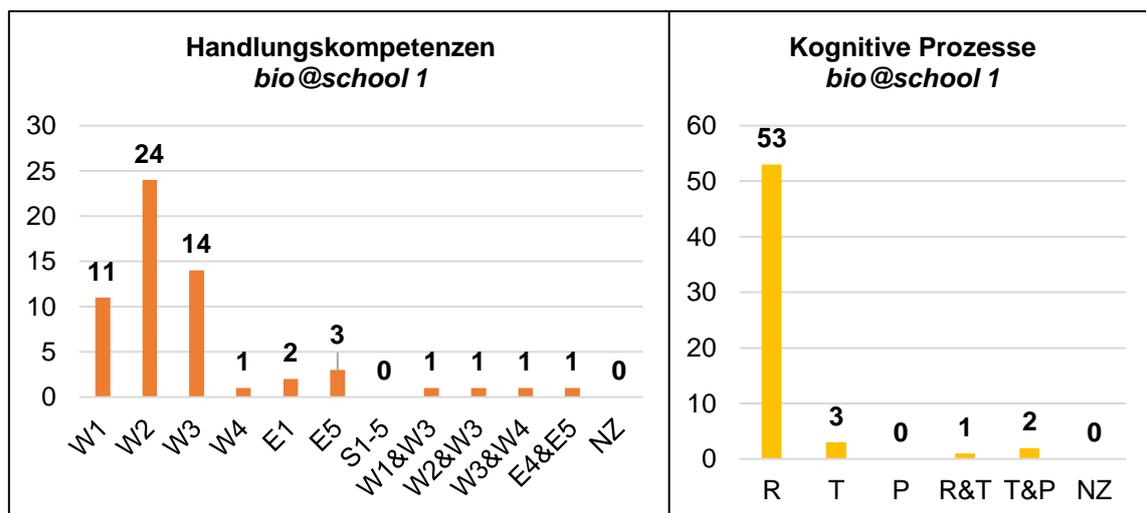


Abbildung 4: Die absolute Häufigkeit der zugeordneten Handlungskompetenzen und kognitiven Prozesse aus bio@school 1

Es lässt sich auf den ersten Blick erkennen, dass Handlungskompetenzen aus dem Bereich *W – Fachwissen aneignen und kommunizieren* am öftesten zugeordnet werden konnten. Dabei dominiert in 24 Aufgaben die Handlungskompetenz *W2*, bei der Fachwissen aus unterschiedlichen Informationsquellen entnommen werden soll (siehe Tabelle 3), gefolgt

von W3 (14 Aufgaben), wobei hier das Fachwissen in unterschiedlichen Darstellungsformen wiedergegeben und präsentiert werden soll. 11 Aufgabenstellungen konnte die Handlungskompetenz W1 zugeordnet werden, bei der es darum geht, das Fachwissen beschreiben und benennen zu können. Da der Kompetenzbereich W meistens mit dem kognitiven Prozess *R – Reproduktion von Wissen* (siehe Tabelle 3) einhergeht, ist es nicht überraschend, dass 53 Aufgaben dieser kognitive Prozess zugeordnet werden konnte. Die Handlungskompetenz W5 konnte nicht zugeordnet werden. Im Kompetenzbereich *E – Erkenntnisse gewinnen* konnten die Handlungskompetenzen E1 sowie E5 zugeordnet werden. Dabei müssen kleinere Versuche oder Experimente beobachtet, gemessen und beschrieben werden (E1) und deren Ergebnisse im Anschluss analysiert oder interpretiert werden (E5). Schließlich gab es noch in je einer Aufgabenstellung eine Kombination aus zwei Handlungskompetenzen, wobei bei insgesamt drei Aufgaben die Handlungskompetenz W3 ein Teil der Aufgabe war: W1&W3, W2&W3, W3&W4 sowie E4&E5. Bei der Handlungskompetenz E4, die nur in dieser einen Aufgabe kombiniert mit E5 aufgetreten ist, sollen Untersuchungen oder Experimente selbstständig geplant, durchgeführt sowie protokolliert werden (siehe Tabelle 3). Die Kategorie *nicht zuordenbar (NZ)* konnte nicht zugeordnet werden, genauso wie Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzbereich S. Bei der Zuordnung der kognitiven Prozesse konnte in drei Fällen eine Transferaufgabe (T) festgestellt werden, jedoch keine reine Reflexionsaufgabe (P). Bei drei Aufgaben wurde eine Kombination von zwei kognitiven Prozessen zugeordnet, wobei es sich einmal um die Kombination einer Reproduktions- und Transferaufgabe (R&T) handelt und zweimal die kognitiven Prozesse Transfer und Reflexion (T&P) gemeinsam auftreten.

Prozentual sieht die Aufteilung der Handlungskompetenzen wie folgt (Abbildung 5) aus:

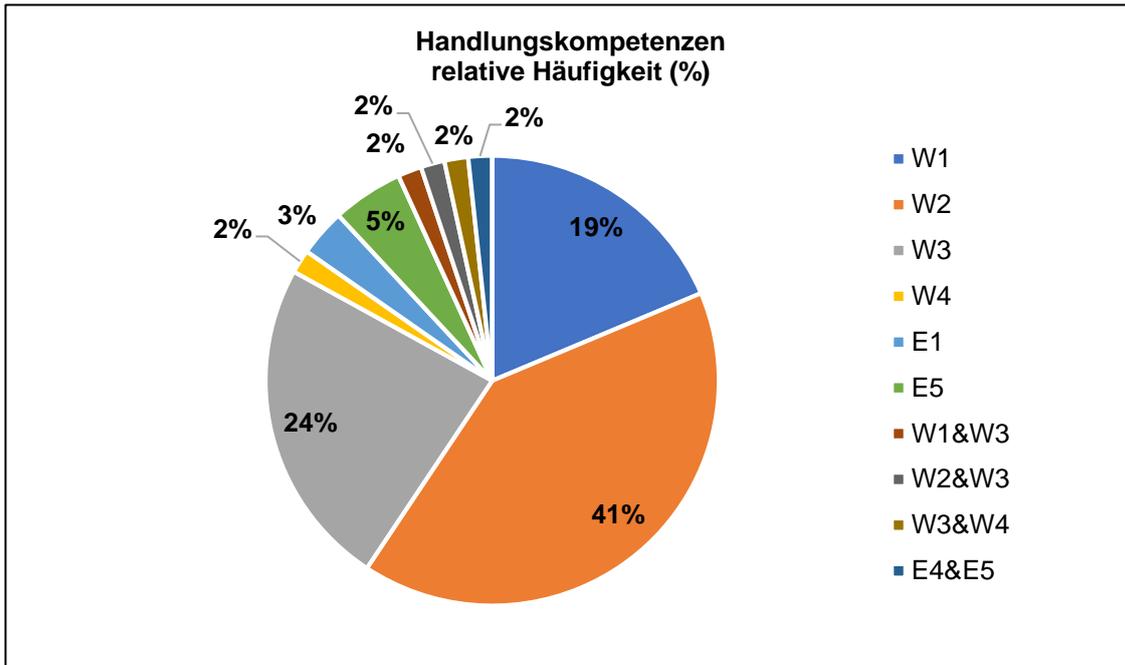


Abbildung 5: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen in bio@school 1

41% der Aufgaben konnten der Kategorie W2 zugeordnet werden, 24% W3 und 19% W1. Danach folgen mit einem Anteil von jeweils unter 10% die Handlungskompetenzen W4 (2%), E1 (3%), E5 (5%) sowie die Kombinationen W1&W3, W2&W3, W3&W4 sowie E4&E5 mit einem Anteil von jeweils 2%. Bei den kognitiven Prozessen dominieren mit 90% Aufgaben, die eine Reproduktion von Wissen erfordern, gefolgt von Transferaufgaben (5%) und den Kombinationen R&T (2%) sowie T&P (3%). Eine tabellarische Darstellung der zugeordneten Handlungskompetenzen ist in Tabelle 5 zu sehen:

Kategorie	x_i	%
W1	11	19%
W2	24	41%
W3	14	24%
W4	1	2%
E1	2	3%
E5	3	5%
S1-5	0	0%
W1&W3	1	2%
W2&W3	1	2%
W3&W4	1	2%
E4&E5	1	2%
NZ	0	0%

Gesamt (N)	59	100%
------------	----	------

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht der absoluten und relativen Häufigkeit der zugeordneten Handlungskompetenzen in *bio@school 1*

Im Schulbuch *bio@school 1* wurde jeder Aufgabenstellung bereits durch die Autoren ein Kompetenzbereich zugeordnet, den diese fördern soll, wobei interessant ist, dass die Kombination der Kompetenzbereiche W&E deutlich häufiger ausgewiesen wurde als in der Analyse dieser Arbeit (siehe Tabelle 6). Dahingehend kann in weiterer Folge aber kein schlüssiger Vergleich stattfinden, weil man dazu die Definitionsgrundlage des Kompetenzbereiches E der Schulbuchautoren sowie deren Argumentation kennen müsste.

Kategorie	x_i	%
R	53	90%
T	3	5%
P	0	0%
R&T	1	2%
T&P	2	3%
NZ	0	0%
Gesamt (N)	59	100%

Tabelle 6: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der laut Schulbuch *bio@school 1* ausgewiesenen Kompetenzbereiche

7.3 Formulierung der Operatoren in *Bio Logisch 2*

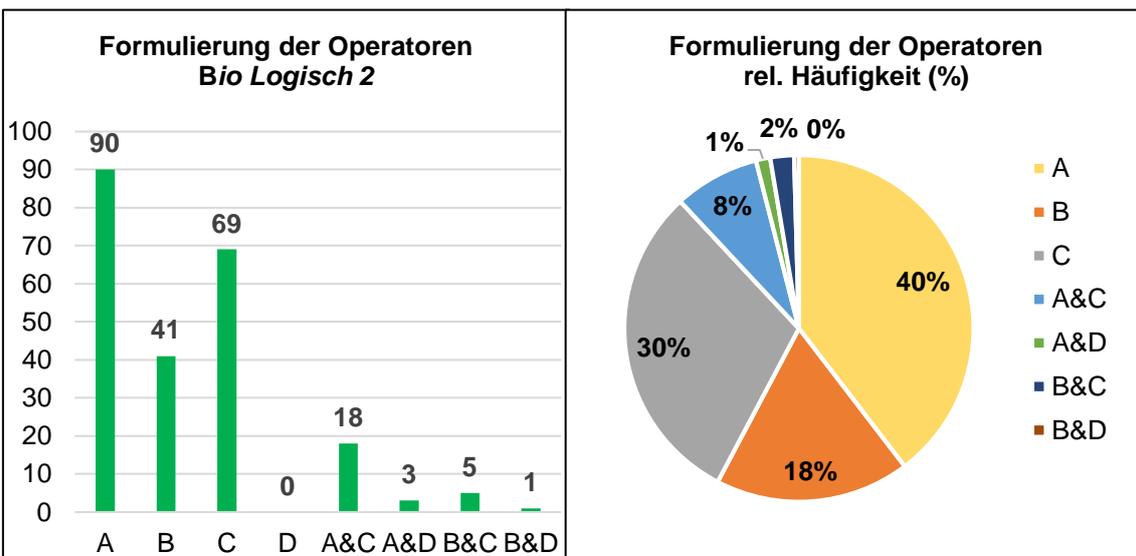


Abbildung 6: Absolute und relative Häufigkeiten der Kategorien aus *Bio Logisch 2* bzgl. der Formulierung der Operatoren

Bei der Analyse der Aufgaben hinsichtlich der Formulierung der Operatoren konnten in diesem Buch die Kategorien A, B und C sowie die kombinierten Kategorien A&C, A&D,

B&C und B&D nachgewiesen werden. Nur die Kategorie D wurde keiner Aufgabenstellung zugewiesen, wie in Abbildung 6 ersichtlich ist.

Die Analyse hat ergeben, dass die Kategorie A mit 90 Zuordnungen die häufigste ist, was einer relativen Häufigkeit von 40% entspricht, da in diesem Schulbuch 227 Aufgabenstellungen enthalten sind. Darauf folgt an zweiter Stelle die Kategorie C, die 69 Aufgaben zugeordnet werden konnte und damit in diesem Buch auch einen großen Anteil ausmacht, da dies einem Anteil von 30% entspricht. Dabei wurde also zwar immer nur ein Operator verwendet, dieser allerdings mit einem Fragewort kombiniert. An dritter Stelle steht die Kategorie B mit 41 Zählungen, was einem Anteil von 18% entspricht. Ebenfalls einen Anteil von knapp 10% hat die Kombination der Kategorien A&C, die 18 Mal vorkommt. „[...] Berechne, wie viele Bakterien aus einem einzelnen Bakterium nach fünf Stunden entstanden sind. Kreuze die richtige Antwort an.“ (Schirl & Gereben-Krenn 2017: 19) Anhand dieses Beispiels lässt sich zeigen, dass es sich dabei um eine kombinierte Aufgabenstellung handelt, bei der verschiedene Sprachhandlungen durchgeführt werden müssen, um ein Ergebnis erhalten zu können. Der erste Bestandteil der Aufgabe ist dabei der Kategorie C zuzuordnen, weil der Operator *berechne* verwendet wird, allerdings mit dem Fragewort *wie* kombiniert. Der zweite Bestandteil zählt zur Kategorie A, weil ein Operator in einem Satz formuliert ist. Gesamt ergibt sich hier die kombinierte Kategorie A&C. Mit fünf Zählungen und einem prozentualen Anteil von 2% liegt die Kategorie B&C auf dem vierten Rang. Der Unterschied zur Kategorie A&C liegt darin, dass hier zusätzlich zu einer Operator-Fragewort-Kombination mehrere Operatoren zu bewältigen sind:

[...] Überlege, was damit gemeint ist. Begründe deine Überlegungen. Recherchiere dazu anschließend im Internet mit den Stichwörtern "Hummeln und Gemüseanbau". Vergleiche deine Überlegungen mit den Informationen, die du im Internet erhältst. Beurteile diese Informationen hinsichtlich des biologischen Gemüseanbaus. (Schirl & Gereben-Krenn 2017: 49)

Bei dieser Aufgabenstellung besteht der erste Satz aus einer Operator-Fragewort-Kombination (Kategorie C), worauf drei weitere Sätze mit insgesamt drei weiteren Operatoren folgen: *Recherchieren*, *Vergleichen* und *Beurteilen*. Da diese Sätze ohne Fragewort formuliert sind, ist dieser Teil der Aufgabe der Kategorie B zuzuordnen. Deshalb ist die Aufgabenstellung insgesamt der Kategorie B&C zuzuordnen. Für die Kombinationen der Kategorien A&D sowie B&D wurden dieselben Überlegungen angestellt. Weitere Beispiele sind im Anhang nachzulesen. Dabei macht die Kategorie A&D mit 1% und drei Zählungen den größeren Anteil aus, wohingegen die Kategorie B&D nur ein einziges Mal nachgewiesen werden konnte und damit einen prozentualen

Anteil von unter einem Prozent ausmacht und in Abbildung 6 mit 0% aufscheint. Es gab keine Aufgabe die nicht zuordenbar war, weshalb die Kategorie in den Ergebnissen nicht aufscheint. In Tabelle 7 sind die Ergebnisse nochmals übersichtlich nachzulesen:

Kategorie	x_i	%
A	90	40%
B	41	18%
C	69	30%
D	0	0%
A&C	18	8%
A&D	3	1%
B&C	5	2%
B&D	1	0%
Gesamt (N)	227	100%

Tabelle 7: Tabellarische Übersicht der absoluten und relativen Häufigkeiten bzgl. der Formulierung der Operatoren aus Bio Logisch 2

7.4 Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse

In diesem Schulbuch hat es neben den einzelnen Handlungskompetenzen auch sehr viele Kombinationen aus den einzelnen Kategorien gegeben, wobei meistens eine Handlungskompetenz aus dem Bereich W ein Teil der Kombination war, die mit den Kompetenzbereichen E und S verbunden wurde (siehe Abbildung 7). Bei den zugeordneten Handlungskompetenzen ist sehr deutlich zu erkennen, dass jene Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzbereich W den größten Anteil ausmachen. W1 konnte 59 Aufgaben zugeordnet werden. Bei der Kategorie W4, die eine explizite Erklärung biologischer Phänomene verlangt, waren es 44 Zählungen und die Kategorie W2 kommt 38 Mal vor. Die Kategorie W3 konnte 14 Aufgaben zugeordnet werden. Insgesamt haben diese Kategorien somit einen Anteil von 68% an der Gesamtheit aller Aufgaben. Die Kategorie W5 kommt nicht vor, wobei auch E2 und E3 keiner Aufgabenstellung zugeordnet werden konnten. Hingegen kommt die Kategorie E1 16 Mal vor, was einem prozentualen Anteil von 7% entspricht. Auch die Handlungskompetenzen E4, dreimal (1%), sowie E5, einmal (< 1%), konnten nachgewiesen werden. Aus dem Kompetenzbereich S konnten alle Handlungskompetenzen nachgewiesen werden, wobei hier die Kategorie S1 mit 18 Zählungen und einem Anteil von 8% am häufigsten vorkommt. Die Handlungskompetenz S5 wurde sechsmal (3%), S2 fünfmal (2%) und die Kategorien S3 sowie S4 jeweils einmal gezählt. Bei den kombinierten Kategorien wurde keine öfter als viermal nachgewiesen. Die Kategorien W1&S1 sowie E1&E5 wurden viermal nachgewiesen und

haben somit jeweils einen Anteil von 2%. Ebenfalls einen prozentualen Anteil von einem Prozent macht die Kategorie W1&W2 aus, die dreimal zugeordnet werden konnte. Folgendes Beispiel zeigt den Vorgang bei der Zuordnung zur Kategorie W1&S1: „Nenne die Insektengruppe, die sich besonders zum Bestäuben von Pflanzen mit einer langen, röhrenförmigen Blüte eignet. Begründe deine Antwort.“ (Schirl & Gereben-Krenn 2017: 49) Dabei fördert jener Teil der Aufgabe, der durch den Operator *Nennen* angeleitet wird, die Handlungskompetenz W1 (Vorgänge beschreiben und benennen), wohingegen der zweite Teil, der eine *Begründung* fordert, den Erwerb der Handlungskompetenz S1 (fachlich korrektes Argumentieren) unterstützt.

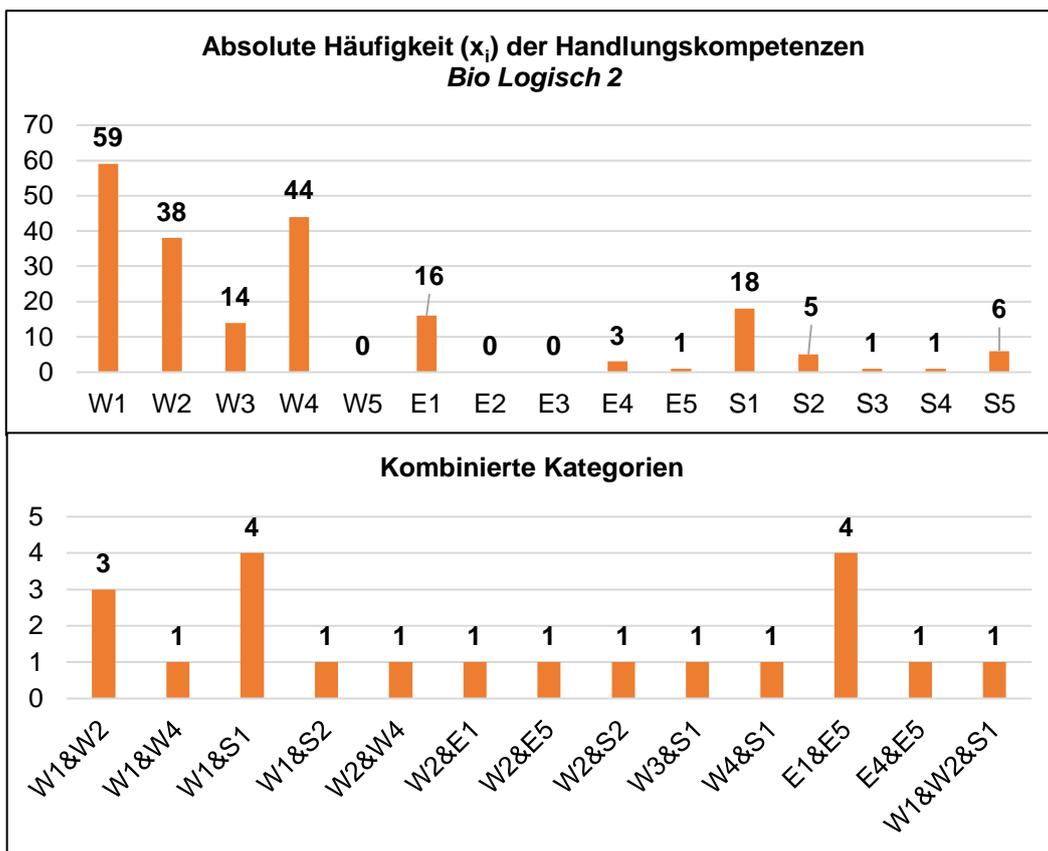


Abbildung 7: Kategorisierte Handlungskompetenzen sowie deren Kombinationen in den Aufgabenstellungen von Bio Logisch 2

Die restlichen Kombinationen W1&W4, W1&S2, W2&W4, W2&E1, W2&E5, W2&S2, W3&S1, W4&S1, E4&E5 sowie W1&W2&S1 konnten jeweils einmal zugeordnet werden und besitzen damit einen Anteil von unter einem Prozent, weshalb ihre prozentualen Anteile in Abbildung 8 nicht eigens ausgewiesen sind. Die Kombination W1&W2&S1 musste folgender Aufgabenstellung deshalb zugewiesen werden, weil sowohl Informationen aus dem bereits bestehenden Wissen benannt werden müssen (W1), anschließend eine fachliche Begründung abgegeben werden muss (S1) und dafür eine zusätzliche Informationsquelle (W2) zu Hilfe genommen werden soll:

Nenne außer dem Hochgebirge und den polaren Regionen weitere Ökosysteme der Welt, in denen keine Wälder und Bäume vorkommen. Begründe, warum dort keine Bäume wachsen können. Nimm dazu deinen Atlas zu Hilfe - vor allem die Vegetationskarte von Afrika kann dir helfen. (Schirl & Gereben-Krenn 2017: 77)

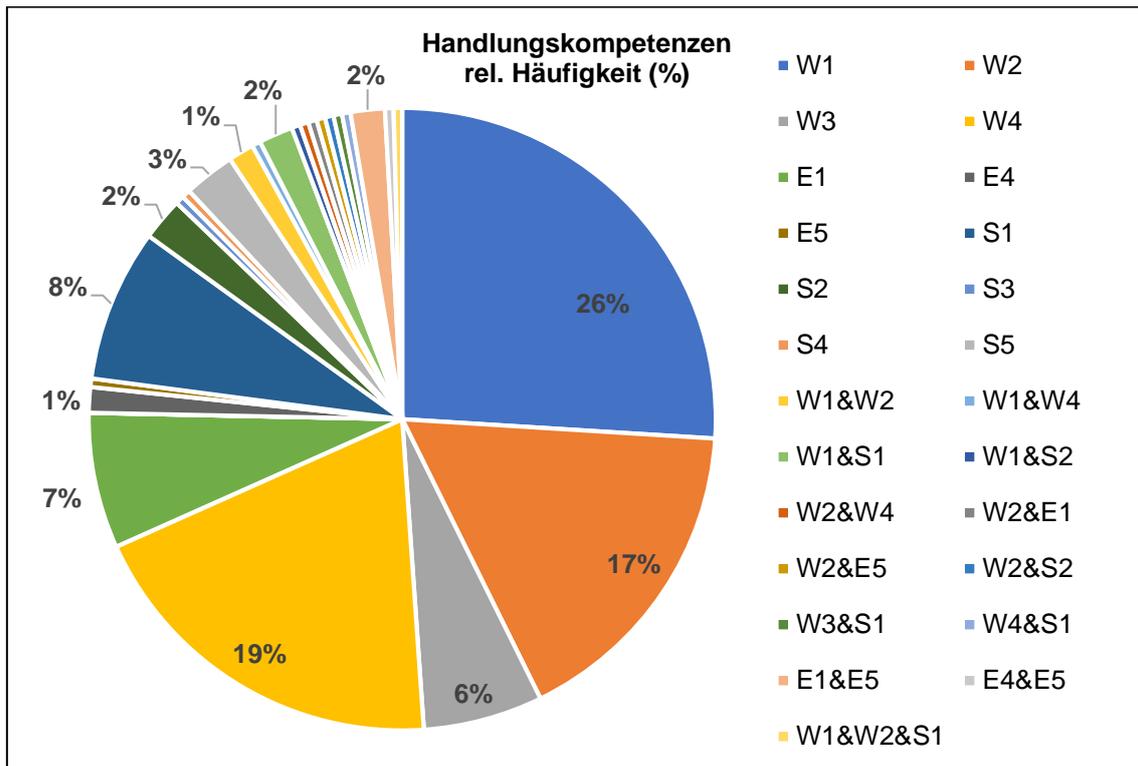


Abbildung 8: Die relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2

In Tabelle 8 sind die gesamten Ergebnisse der Analyse hinsichtlich der zugeordneten Handlungskompetenzen nochmals übersichtlich nachzulesen:

Kategorien	x_i	%
W1	59	26%
W2	38	17%
W3	14	6%
W4	44	19%
W5	0	0%
E1	16	7%
E2	0	0%
E3	0	0%
E4	3	1%
E5	1	0%
S1	18	8%
S2	5	2%
S3	1	0%
S4	1	0%
S5	6	3%

W1&W2	3	1%
W1&W4	1	0%
W1&S1	4	2%
W1&S2	1	0%
W2&W4	1	0%
W2&E1	1	0%
W2&E5	1	0%
W2&S2	1	0%
W3&S1	1	0%
W4&S1	1	0%
E1&E5	4	2%
E4&E5	1	0%
W1&W2&S1	1	0%
Gesamt (N)	227	100%

Tabelle 8: Absolute und relative Häufigkeiten bzgl. der zugeordneten Handlungskompetenzen aus Bio Logisch 2

Im letzten Schritt der Analyse konnte festgestellt werden, dass in diesem Schulbuch sämtliche kognitiven Prozesse, *Reproduktion*, *Transfer* und *Reflexion*, gefördert werden. Zusätzlich konnten, wie in Abbildung 9 ersichtlich, folgende Kombinationen zugeordnet werden: R&T, R&P sowie T&P.

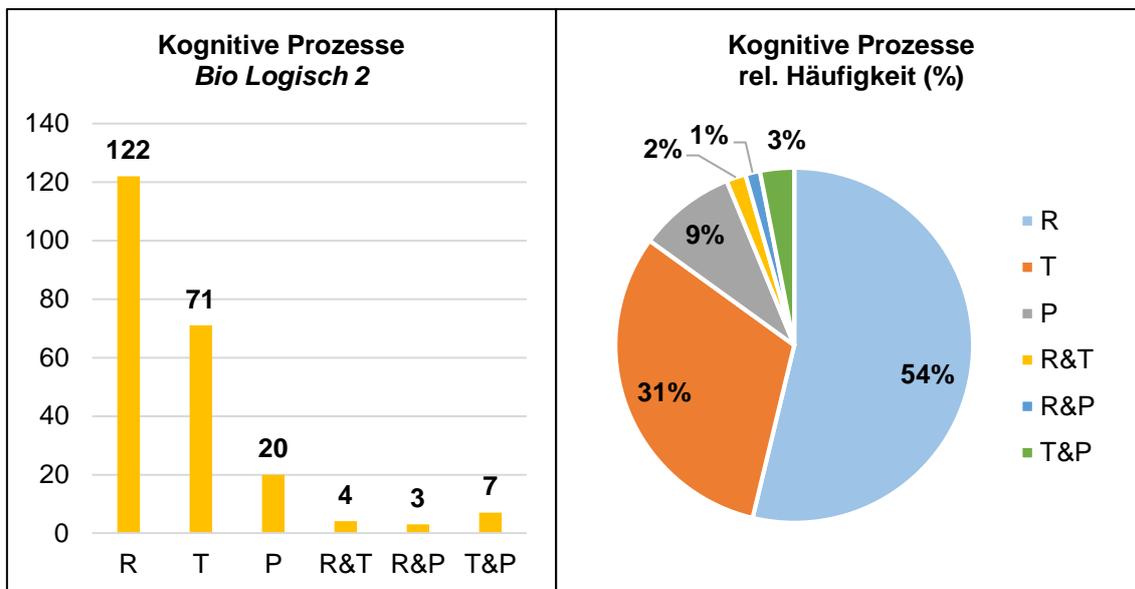


Abbildung 9: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der den Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2 zugeordneten kognitiven Prozesse

Aus Abbildung 9 ist ersichtlich, dass bezüglich der absoluten und relativen Häufigkeit Reproduktionsaufgaben mit 122 Zuordnungen und 54% den größten Anteil ausmachen. Allerdings gibt es auch 71 Transfer- (31%) und 20 Reflexionsaufgaben (9%). Zusätzlich wurde die Kombination R&T insgesamt viermal (2%), R&P dreimal (1%) sowie T&P siebenmal (3%) gezählt. In diesem Schulbuch werden also sowohl die kognitiv weniger anspruchsvollen reproduktiven Aufgaben gefördert, aber auch der Erwerb von den komplexeren kognitiven Prozessen Transfer und Reflexion gefördert. In Tabelle 9 sind alle Ergebnisse nochmals übersichtlich dargestellt und nachzulesen:

Kategorie	x_i	%
R	122	54%
T	71	31%
P	20	9%
R&T	4	2%
R&P	3	1%
T&P	7	3%
Gesamt (N)	227	100%

Tabelle 9: Tabellarische Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der geförderten kognitiven Prozesse in den Aufgabenstellungen von Bio Logisch 2

Wie schon im Schulbuch *bio@school 1*, sind auch in *Bio Logisch 2* von den Autoren und vom Verlag allen Aufgabenstellungen die geförderten Kompetenzbereiche zugeordnet.

Dabei ist ersichtlich (siehe Tabelle 10), dass auch in dieser Zuordnung, mit 56%, die meisten Aufgaben den Kompetenzbereich W fördern, die Kompetenzbereiche E und S aber durchaus ausgewiesen sind. Zwar sind in der Analyse im Zuge dieser Arbeit noch mehr Aufgabenstellungen dem Kompetenzbereich W zugewiesen worden, aber für einen zulässigen Vergleich müsste man auch hier die Argumentation der Schulbuchautoren kennen.

Kategorie	x_i	%
W	127	56%
E	30	13%
S	70	31%
Gesamt (N)	227	100%

Tabelle 10: Absolute und relative Häufigkeit der laut Bio Logisch 2 ausgewiesenen Kompetenzbereiche in tabellarischer Form

7.5 Formulierung der Operatoren in *einfach bio 2*

In diesem Schulbuch konnten alle zuvor definierten Kategorien bezüglich der Formulierung der Operatoren sowie Kombinationsmöglichkeiten daraus nachgewiesen werden. Zusätzlich wurde, wie in Abbildung 10 ersichtlich, erstmals eine Zuteilung zur Kategorie *nicht zuordenbar* vorgenommen.

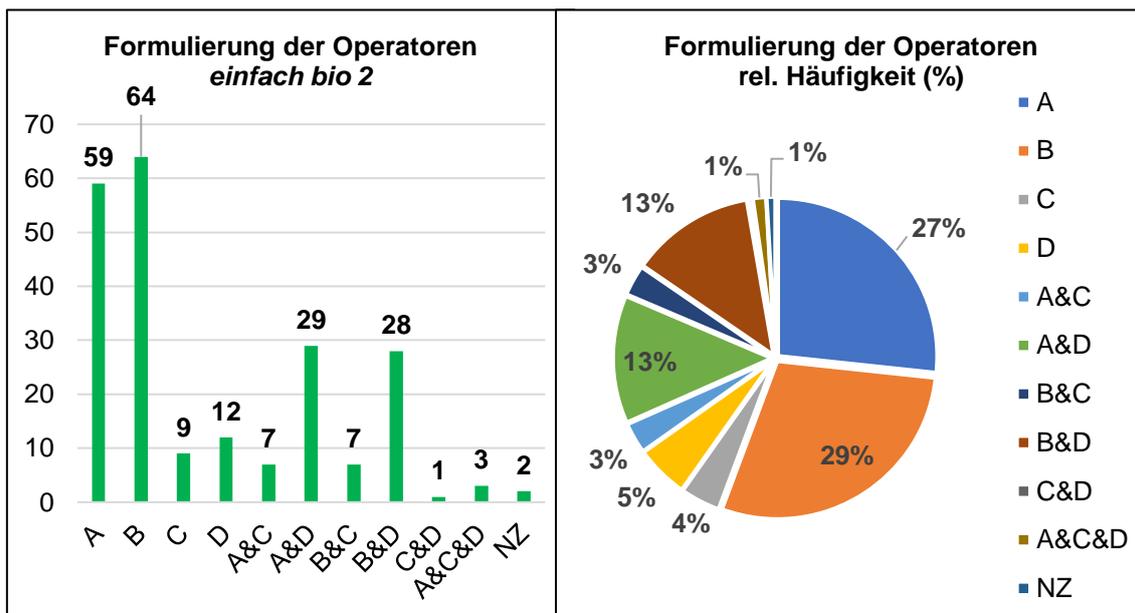


Abbildung 10: Absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren aus *einfach bio 2*

Betrachtet man die absolute Häufigkeit, dominieren die Kategorien B und A mit 64 bzw. 59 Zuordnungen. Einfach bio 2 enthält aber insgesamt 221 Aufgabenstellungen, weshalb das nur einem prozentualen Anteil von 29% (B) und 27% (A) entspricht. Dahinter folgen

mit jeweils einem Anteil von 13% die kombinierten Kategorien A&D (29) sowie B&D (28). Zusätzlich wurde die Kategorie D 12 Aufgabenstellungen zugeordnet und trägt somit einen Anteil von 5% am Gesamtergebnis. Die Kategorie C tritt in 4% aller Aufgabenstellungen auf und wurde neunmal gezählt. Zusätzlich wurden noch die Kombinationen A&C sowie B&C jeweils siebenmal (3%) gezählt. Drei Aufgabenstellungen musste eine Kombination aus drei Kategorien zugeordnet werden, wie an folgendem Beispiel zu sehen ist: „[...] Finde mithilfe des Internets heraus, was eine Krötenwanderung ist. Welche Vorkehrungen trifft der Mensch, um die Kröten zu schützen? Warum sind diese Schutzmaßnahmen nötig? Notiere deine Ergebnisse im Heft.“ (Gazzia & Stoll 2017: 102) In dieser Aufgabe ist der erste Satz mittels Operator-Fragewort-Kombination (C) formuliert, worauf zwei Fragesätze folgen (D). Der abschließende Satz ist eine Handlungsaufforderung, die durch einen Operator realisiert wird (A), weshalb die Aufgabe insgesamt der Kategorie A&C&D zugeordnet wurde. Zusätzlich gab es noch eine Aufgabe, die der Kategorie C&D zugeordnet wurde sowie zwei, die keinen Operator, kein Fragewort und keine Handlungsaufforderung im engeren Sinn enthalten haben und somit der Kategorie NZ (siehe Tabelle 3) zugeordnet werden mussten, wie am folgenden Beispiel gezeigt wird: „Die Namen der Buchstaben der abgebildeten Farnpflanzen ergeben sich aus den Nummern der Buchstaben des Alphabets. (1 = A, 2 = B, 3 = C usw.).“ (Gazzia & Stoll 2017: 33) Es ist zwar im Kontext mit den dazugehörigen Abbildungen zu erkennen, dass beim Lösen der Aufgabe wohl Buchstaben eingesetzt werden sollen, allerdings gibt es in diesem Satz keine Fragestellung und auch keine operatorenbasierte Handlungsaufforderung, weshalb sie keiner in dieser Arbeit definierten Kategorie zugeordnet werden konnte. In weiterer Folge ergibt sich daraus, dass dieser Aufgabe auch keine geförderte Handlungskompetenz und kein kognitiver Prozess zugeordnet wurde. Alle Ergebnisse sind in Tabelle 11 übersichtlich dargestellt und nachzulesen:

Kategorie	x_i	%
A	59	27%
B	64	29%
C	9	4%
D	12	5%
A&C	7	3%
A&D	29	13%
B&C	7	3%
B&D	28	13%

C&D	1	0%
A&C&D	3	1%
NZ	2	1%
Gesamt (N)	221	100%

Tabelle 11: Absolute und relative Häufigkeit der zugeordneten Kategorien aus einfach bio 2 bzgl. der Formulierung der Operatoren

7.6 Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in einfach bio 2

Im weiteren Verlauf konnten den Aufgabenstellungen Handlungskompetenzen aus allen Kompetenzbereichen zugeordnet sowie einige Kombinationen gebildet werden. Wie schon bei der Formulierung der Operatoren gibt es auch hier zwei Aufgabenstellungen, denen keine Handlungskompetenz und in weiterer Folge auch kein kognitiver Prozess zugeordnet werden konnte, wobei es sich hier um dieselben beiden Aufgabenstellungen handelt. Fünf Handlungskompetenzen, W5, E2, E3, E5 und S4 konnten nicht nachgewiesen werden. Wie in den Abbildungen 11 sowie 12 ersichtlich, gibt es in diesem Buch eine deutliche Dominanz des Kompetenzbereichs W, der auch in den kombinierten Kategorien in den meisten Fällen eingebunden ist:

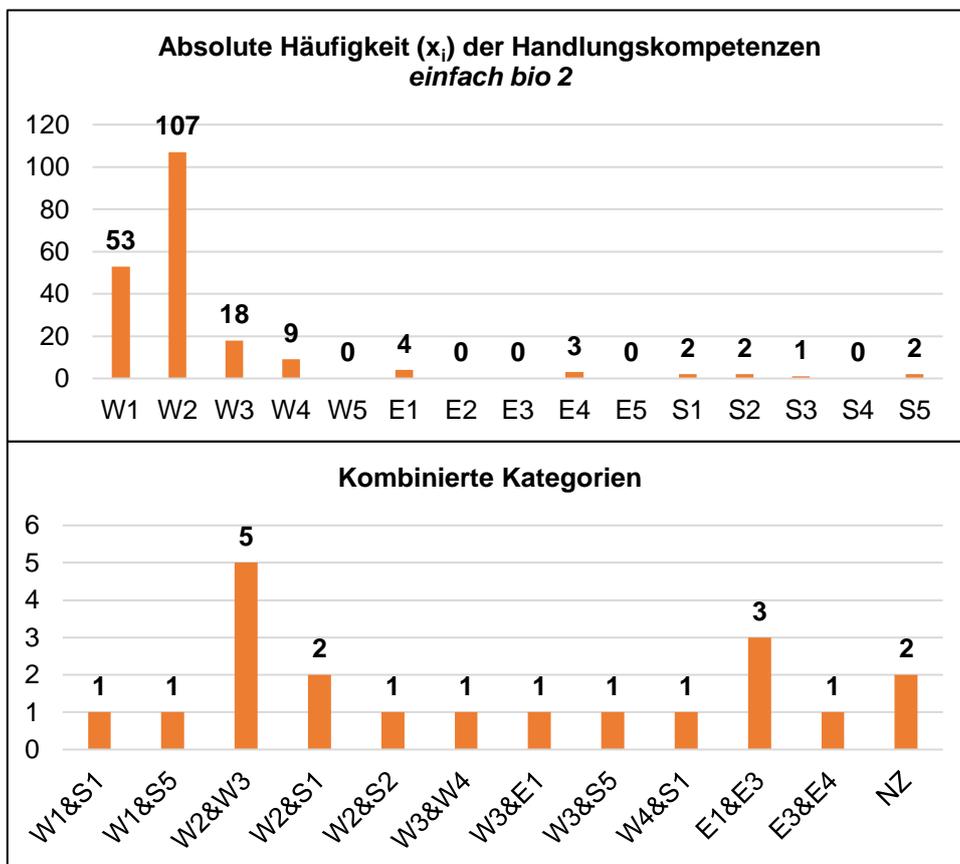


Abbildung 11: Absolute Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2

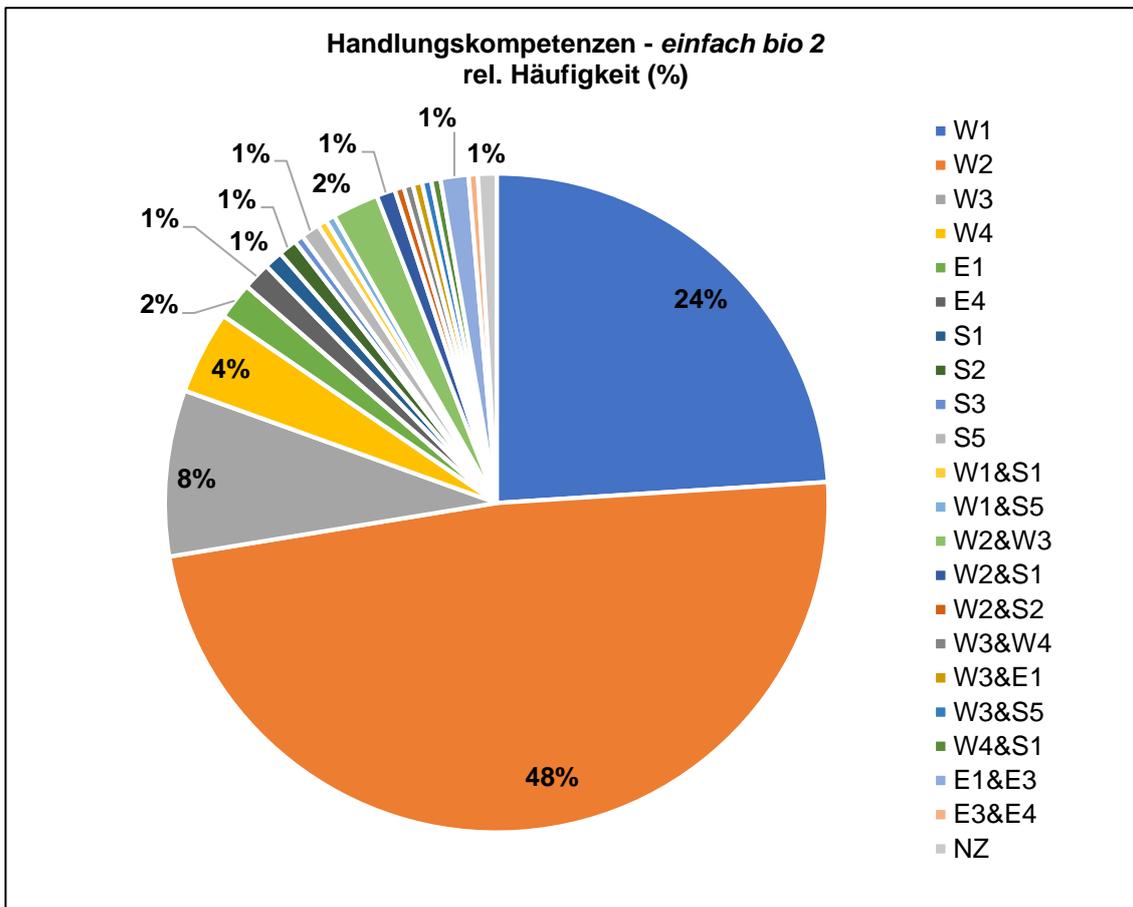


Abbildung 12: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2

Mit 107 Zuordnungen ist die Handlungskompetenz W2 am häufigsten zugeordnet worden, was einem Anteil von 48% entspricht. Auch in den Kombinationen ist in drei Kategorien und insgesamt 8 Beispielen W2 miteingeschlossen, was knapp 3% ausmacht und der Kategorie W2 somit einen Anteil von über 50% zuteilwerden lässt. Mit einigem Abstand folgt dahinter die Handlungskompetenz W1 in 53 Aufgaben (24%). Die Handlungskompetenz W2 wurde auch deshalb so viele Aufgabenstellungen zugeordnet, weil diese sich häufig auf Bilder beziehen, anhand derer etwas beschrieben werden soll: „Auf B1 und B2 siehst du Ameisen, die etwas transportieren. Wozu tun sie das? Um wen handelt es sich? Königin, Männchen oder Arbeiterin? Besprich mit deiner Partnerin / deinem Partner.“ (Gazzia & Stoll 2017: 54) Diese Aufgabenstellung könnte anhand der gestellten Fragen eigentlich auch die Handlungskompetenz W1 fördern, allerdings lässt sich die Aufgabe ohne den dazugehörigen Abbildungen nicht lösen, weshalb dabei eher die Handlungskompetenz W2, Informationen aus verschiedenen Quellen entnehmen, gefördert wird. Zudem sind die weiteren Informationen im Text enthalten und müssen daraus entnommen und nicht unbedingt aus dem Gedächtnis reproduziert werden.

Anschließend an W2 und W1 folgen die Handlungskompetenzen W3 mit 18 (8%) und W4 mit 9 Zählungen (4%) dahinter (siehe Abbildung 12).

In Abbildung 12 ist zudem eindeutig zu erkennen, dass der Kompetenzbereich W im Schulbuch *einfach bio 2* einen Anteil von knapp 85% ausmacht, wobei dabei die Einbindung in Kategorienkombinationen nicht berücksichtigt wurde. Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzbereich E werden in sieben Aufgabenstellungen gefördert, wobei viermal die Kategorie E1 (2%) und dreimal Kategorie E4 (1%) zugeordnet wurde. Ebenso wurde der Kompetenzbereich S sieben Aufgabenstellungen zugeordnet. Dabei werden die Handlungskompetenzen S1, S2 sowie S5 jeweils zweimal gefördert und S3 einmal, was insgesamt einem Anteil von 3% entspricht. Die restlichen 10% entfallen auf die kombinierten Kategorien W1&S1 (1), W1&S5 (1), W2&W3 (5), W2&S1 (2), W2&S2 (1), W3&W4 (1), W3&E1 (1), W3&S5 (1), W4&S1 (1), E1&E3 (3) und E3&E4 (1) sowie nicht zuordenbaren Aufgabenstellungen (2). Alle Ergebnisse sind in Tabelle 12 übersichtlich nachzulesen:

Kategorie	x_i	%
W1	53	24%
W2	107	48%
W3	18	8%
W4	9	4%
W5	0	0%
E1	4	2%
E2	0	0%
E3	0	0%
E4	3	1%
E5	0	0%
S1	2	1%
S2	2	1%
S3	1	0%
S4	0	0%
S5	2	1%

W1&S1	1	0%
W1&S5	1	0%
W2&W3	5	2%
W2&S1	2	1%
W2&S2	1	0%
W3&W4	1	0%
W3&E1	1	0%
W3&S5	1	0%
W4&S1	1	0%
E1&E3	3	1%
E3&E4	1	0%
NZ	2	1%
Gesamt	221	100%

Tabelle 12: Absolute und relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen und deren Kombinationen in *einfach bio 2*

Da bei den Handlungskompetenzen der Kompetenzbereich W einen deutlichen Überhang hat, ist es auch bei den kognitiven Prozessen so, dass die Aufgabenstellungen vor allem Reproduktion von Wissen erfordern und somit in die Kategorie R zugeteilt wurden (siehe Abbildung 13):

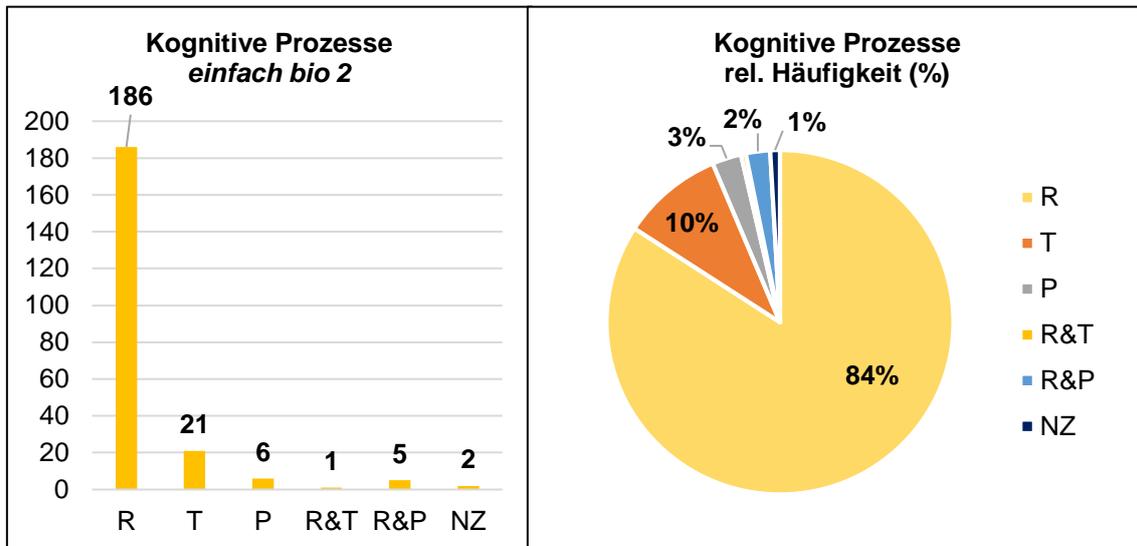


Abbildung 13: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2 zugeordneten kognitiven Prozesse

In 186 Aufgabenstellungen (84%) ist eine Reproduktionsaufgabe zu erledigen, was demselben Prozentsatz entspricht, den der Kompetenzbereich W ausmacht, womit hier in diesem Schulbuch ein Zusammenhang zwischen den Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzbereich W und dem kognitiven Prozess *Reproduktion von Wissen* gegeben ist. An zweiter Stelle folgen, mit 21 Zuordnungen, Transferaufgaben (10%), gefolgt von 6 Reflexionsaufgaben (3%). Auch in *einfach bio 2* gibt es Aufgabenstellungen, die mehr als einen kognitiven Prozess in sich vereinen, wobei die Kombination R&T nur einmal vorkommt und R&P fünfmal (2%). Einen Anteil von immerhin noch 1% nimmt auch hier die Kategorie NZ ein, da einer Aufgabe, die keine Handlungskompetenz fördert, auch kein kognitiver Prozess zugeordnet werden kann. Alle Ergebnisse können übersichtlich dargestellt in Tabelle 13 nachgelesen werden:

Kategorie	x_i	%
R	186	84%
T	21	10%
P	6	3%
R&T	1	0%
R&P	5	2%
NZ	2	1%
Gesamt (N)	221	100%

Tabelle 13: Tabellarische Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der für die Aufgabenstellungen aus einfach bio 2 notwendigen kognitiven Prozesse

Der Vergleich mit den im Buch ausgewiesenen Kompetenzbereichen ist bei diesem Werk besonders interessant, weil sich dabei eine leichte Diskrepanz zu den Ergebnissen der Analyse dieser Arbeit aufzeigt (siehe Tabelle 14 & Abbildung 14):

Kategorie	x_i	%
W	173	78%
E	19	9%
S	4	2%
W&E	7	3%
W&S	14	6%
E&S	4	2%
Gesamt (N)	221	100%

Tabelle 14: Laut einfach bio 2 ausgewiesene Kompetenzbereiche – absolute und relative Häufigkeit

Laut Schulbuch ist der Anteil des Kompetenzbereiches W um knapp 8% niedriger und jener des Kompetenzbereiches E um 6% höher,

als die Analyse in dieser Arbeit ergeben hat. Zwar ist kein eindeutiger Vergleich möglich, aber die Tatsache, dass es diese Diskrepanz gibt, ist interessant, nicht von der Hand zu weisen und könnte einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

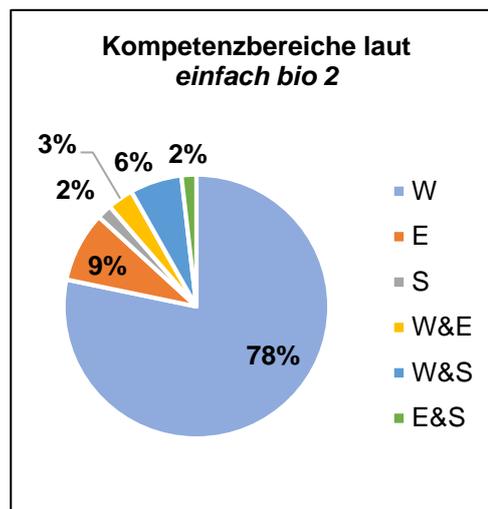


Abbildung 14: Die relative Häufigkeit der Kompetenzbereiche laut einfach bio 2

7.7 Formulierung der Operatoren in *Begegnungen mit der Natur 3*

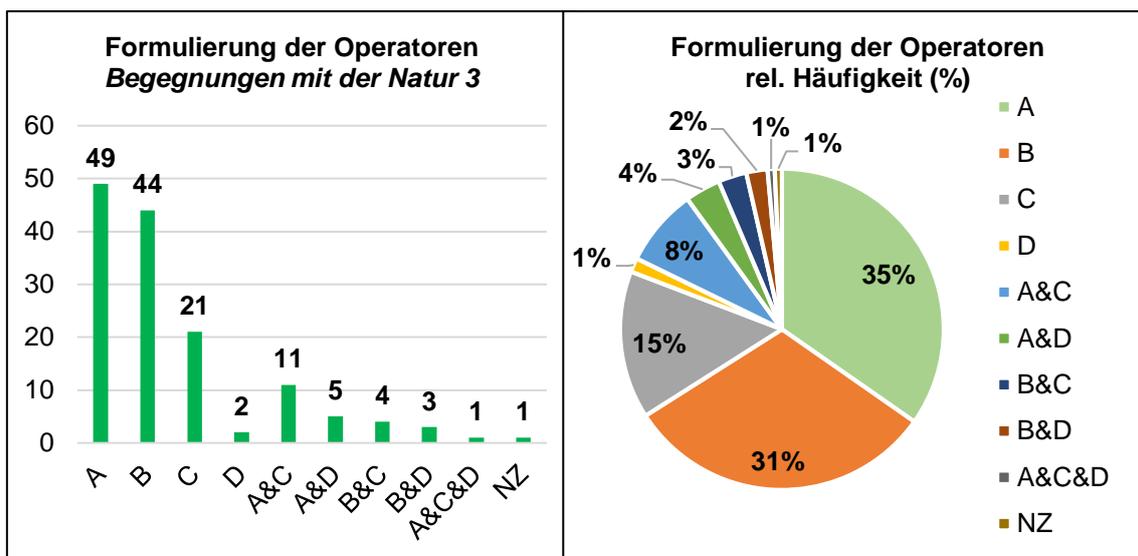


Abbildung 15: Die absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren in den Aufgabenstellungen aus *Begegnungen mit der Natur 3*

Bei der Analyse des letzten Schulbuches wurden 141 Aufgabenstellungen kategorisiert. Bezüglich der Formulierung der Aufgabenstellungen wurden alle Kategorien zugeordnet und auch die Kombinationen A&C, A&D, B&C, B&D sowie A&C&D (siehe Abbildung

15) nachgewiesen. Zusätzlich wurde auch in *Begegnungen mit der Natur 3* eine Aufgabenstellung der Kategorie NZ zugeordnet, da sie keine Handlungsaufforderung enthalten hat. Aus Abbildung 15 geht hervor, dass die Kategorien A (35%) und B (31%) mit insgesamt zwei Drittel den größten Anteil ausmachen. Dabei wurde die Kategorie A 49 und B 44 Aufgabenstellungen zugeordnet. Die Kategorie C wurde in 21 Fällen (15%) zugewiesen, wohingegen die Kategorie D den geringsten Anteil ausmacht und nur in zwei Fällen (1%) vorgekommen ist. Zusätzlich wurden die Kombinationen A&C, A&D, B&C, B&D sowie A&C&D nachgewiesen. Dabei ist die Kategorie A&C mit 11 Aufgaben (8%) jene, die am häufigsten vorkommt, gefolgt von fünf Zuordnungen der Kategorie A&D (4%). Die Kategorie B&C wird viermal (3%) verwendet und B&D kommt dreimal (2%) vor. Einer Aufgabenstellung mussten drei Kategorien zugewiesen werden, weil zuerst eine Anweisung durch einen Operator erfolgt (A) und danach eine Frage gestellt wird (D), die beantwortet werden muss. Schließlich folgen noch zwei Sätze, die zwar durch einen Operator formuliert sind, aber gleichzeitig ein Fragewort enthalten (C):

Analysiere Abb. 78 anhand folgender Fragestellung: In welchen Gebieten Österreichs ist Grünlandnutzung häufiger, in welchen Ackerlandnutzung? Finde eine Erklärung, warum es zu diesen Unterschieden kommt. Erkläre, warum Rinder hauptsächlich im alpinen Raum gehalten werden. (Biegl 2019: 36)

Zuletzt wurde die Kategorie NZ nur einmal zugewiesen, da sie keinen konkreten Operator und keine Fragestellung enthalten hat: „Folgendes Rätsel soll dein Wissen über wichtige Getreide-Begriffe testen. Umlaute sind als Umlaute zu schreiben. [...]“ (Biegl 2019: 53) Zwar ist anhand der Formulierung und im Kontext mit dem Kreuzworträtsel ersichtlich, dass dieses ausgefüllt werden muss, aber die Arbeitsanweisung fehlt. Die Formulierung, Umlaute als Umlaute zu schreiben, ist zwar eine erklärende Passivformulierung, stellt aber keinen konkreten Auftrag dar. Der erste Teil der Aufgabe ist eine Beschreibung zum Kreuzworträtsel selbst und keine konkrete Aufforderung zu einer Sprachhandlung, weshalb diese Aufgabe in dieser Arbeit der Kategorie NZ zugeordnet wurde.

Kategorie	x_i	%
A	49	35%
B	44	31%
C	21	15%
D	2	1%
A&C	11	8%
A&D	5	4%
B&C	4	3%

B&D	3	2%
A&C&D	1	1%
NZ	1	1%
Gesamt (N)	141	100%

Tabelle 15: Absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren aus Begegnungen mit der Natur 3

In Tabelle 15 sind alle Ergebnisse der quantitativen Analyse hinsichtlich der ersten Fragestellung übersichtlich nachzulesen.

7.8 Handlungskompetenzen & kognitive Prozesse in *Begegnungen mit der Natur* 3

Bei der Kategorisierung der Aufgaben bezüglich der geförderten Handlungskompetenzen und kognitiven Prozesse hat sich ergeben, dass in diesem Schulbuch der Kompetenzbereich W eindeutig am häufigsten gefördert wird (siehe Abbildung 16):

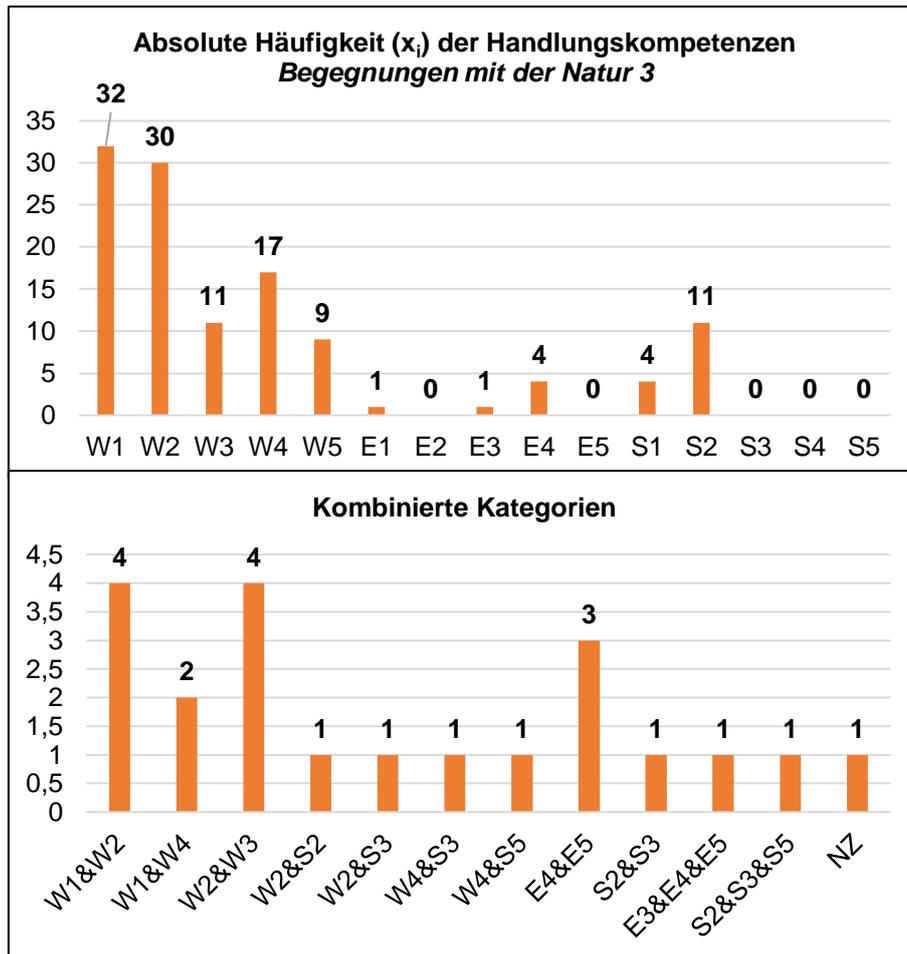


Abbildung 16: Die absolute Häufigkeit der den Aufgabenstellungen aus *Begegnungen mit der Natur* 3 zugeordneten Handlungskompetenzen

Insgesamt 99 Aufgabenstellungen konnte eine Handlungskompetenz aus dem Kompetenzbereich W zugeordnet werden, was einem prozentualen Anteil von 70% entspricht (siehe Abbildung 17). Auch in den Kategorienkombinationen wurde in 14 Fällen zumindest eine Handlungskompetenz aus dem Bereich W zugewiesen. Interessanterweise wurden die Kompetenzbereiche W und E in den Aufgabenstellungen von *Begegnungen mit der Natur* 3 nicht miteinander kombiniert. Stattdessen wurden die Handlungskompetenzen S2, S3 oder S5 mit W2 oder W4 kombiniert, was bedeutet, dass

Wissen aus verschiedenen Quellen entnommen werden muss (W2) und Erklärungen für verschiedene Phänomene gefunden werden sollen (W4), um anschließend entweder bewertet (S2) oder durch eine Handlungsempfehlung unterstützt (S5) zu werden. Manchmal sollen auch die Bedeutung bzw. Risiken dieses Wissens für die Gesellschaft abgewogen werden (S3).

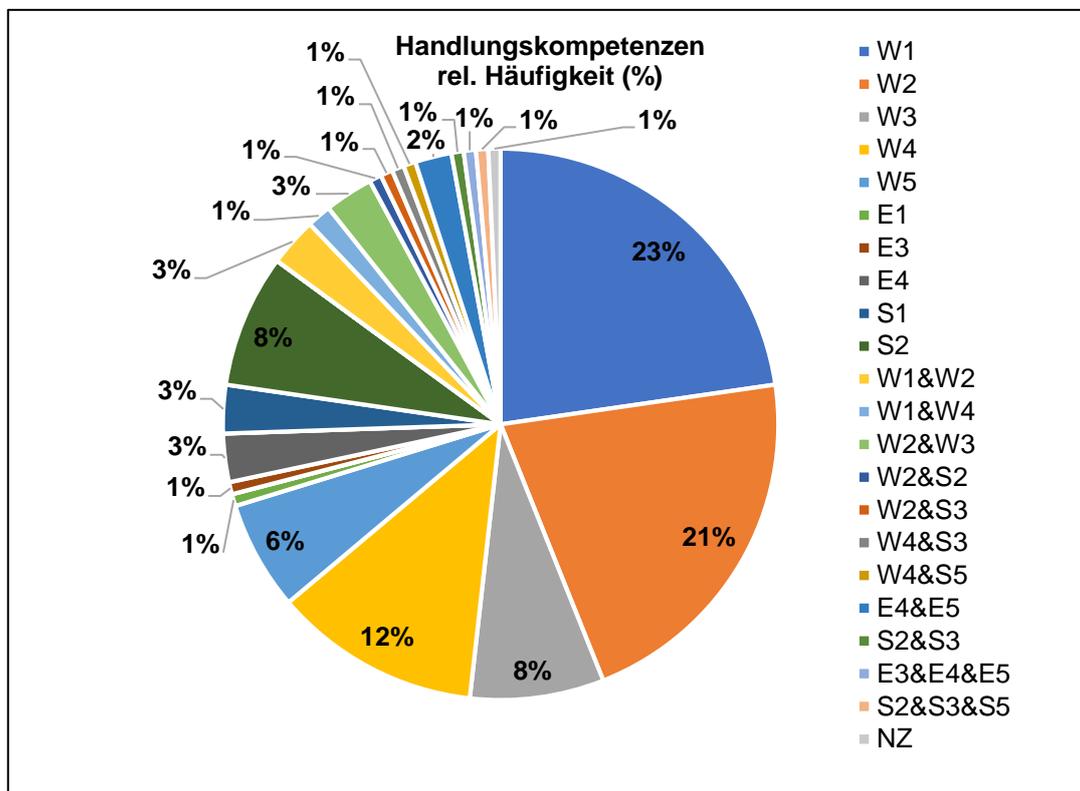


Abbildung 17: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3

Wie aus den Abbildungen 16 und 17 hervorgeht, werden vor allem die Handlungskompetenzen W1 (23%) und W2 (21%), gefolgt von W4 und W3 gefördert. Interessanterweise wird in diesem Schulbuch zum ersten Mal die Handlungskompetenz W5 zugeordnet, bei der „biologische Vorgänge und Phänomene im Kontext ihres evolutionären Zusammenhangs“ (Tabelle 3) erläutert werden müssen, womit alle Handlungskompetenzen aus dem Bereich W gefördert werden. Aus dem Kompetenzbereich E wurden E1 (1x), E3 (1x) und E4 (4x) zugeordnet. Die Handlungskompetenz E5, Daten und Ergebnisse analysieren sowie interpretieren, wird nur in Zusammenhang mit E4, Untersuchungen sowie Experimente planen, durchführen und analysieren, gefördert. Im Kompetenzbereich S verhält es sich ähnlich. Als einzelne Kompetenzen werden S1 (4x) sowie S2 (11x) gefördert, was einem gemeinsamen Anteil von 11% entspricht, wohingegen S3 und S5 nur in Kombination mit anderen Handlungskompetenzen vorkommen. In zwei Aufgabenstellungen werden sogar drei

Handlungskompetenzen gefördert, wobei eine rein dem Kompetenzbereich E zuzuordnen ist (E3&E4&E5) und für die andere nur Handlungskompetenzen aus dem Bereich S (S2&S3&S5) angewandt werden müssen, wie am Beispiel dargestellt wird:

[...] Bewerte die Aktualität der Filme. Beurteile die Filme in Hinblick darauf, welcher von ihnen besser geeignet scheint, beim Publikum Interesse für das Thema Klimawandel zu wecken. Erörtere deine Meinung anhand von Beispielen aus dem jeweiligen Film. Entwickle eigene Ideen für einen Film, der die Wichtigkeit des Themas Klimawandel deutlich machen soll. Notiere dazu eine kurze Inhaltsangabe, den Filmtyp (zB Dokumentarfilm, Reportage, Katastrophenfilm, Drama ...) sowie die handelnden Personen. (Biegl 2019: 12)

Zunächst einmal geht es darum, ein gesellschaftsrelevantes Thema und dessen Auswirkungen zu bewerten und zu reflektieren (S2), wozu auch die Risiken und die Bedeutung dieses Themas (S3) für die Durchführung dieser Sprachhandlung herangezogen werden müssen. Zuletzt ist eine eigene Idee zu entwickeln (S5), die zwar nicht als konkrete Handlungsempfehlung gilt, aber durch die komplett eigenständige Erarbeitung am ehesten der Handlungskompetenz S5 (siehe Tabelle 3) zugeordnet werden kann. Schlussendlich wurde jene Aufgabenstellung, die bereits bei der Formulierung der Operatoren der Kategorie NZ zugeordnet wurde, auch hier derselben Kategorie zugeteilt, wobei es sich bezüglich der geförderten Handlungskompetenzen um keine eindeutige Entscheidung gehandelt hat, wie im Folgenden erörtert wird. „Folgendes Rätsel soll dein Wissen über wichtige Getreide-Begriffe testen. Umlaute sind als Umlaute zu schreiben. [...]“ (Biegl 2019: 53) Theoretisch könnte diese von der Autorin und vom Verlag angedachte Aufgabenstellung der Kategorie W1 oder W3 zugeordnet werden, weil Wissen wiedergegeben werden soll. Da diese Formulierung aber keine konkrete Handlungsaufforderung und keine Fragestellung enthält, wurde in dieser Arbeit entschieden, dass diese Aufgabenstellung aufgrund dieser Tatsache keine konkrete Handlungskompetenz fördert und deshalb NZ zugeordnet wurde. Sämtliche Ergebnisse der Zuteilung zu den einzelnen Handlungskompetenzen und den Kombinationen sind in Tabelle 16 nachzulesen:

Kategorie	x _i	%
W1	32	23%
W2	30	21%
W3	11	8%
W4	17	12%
W5	9	6%
E1	1	1%
E2	0	0%
E3	1	1%

E4	4	3%
E5	0	0%
S1	4	3%
S2	11	8%
S3	0	0%
S4	0	0%
S5	0	0%
W1&W2	4	3%
W1&W4	2	1%

W2&W3	4	3%
W2&S2	1	1%
W2&S3	1	1%
W4&S3	1	1%
W4&S5	1	1%
E4&E5	3	2%
S2&S3	1	1%

E3&E4&E5	1	1%
S2&S3&S5	1	1%
NZ	1	1%
Gesamt (N)	141	100%

Tabelle 16: Absolute und relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen sowie deren Kombinationen in Begegnungen mit der Natur 3

Bei der Zuordnung der jeweiligen benötigten kognitiven Prozesse zu den Aufgabenstellungen hat sich gezeigt, dass Reproduktionsaufgaben (R) mit 82 Zuordnungen und 58% den größten Anteil ausmachen, wie in Abbildung 18 zu erkennen ist:

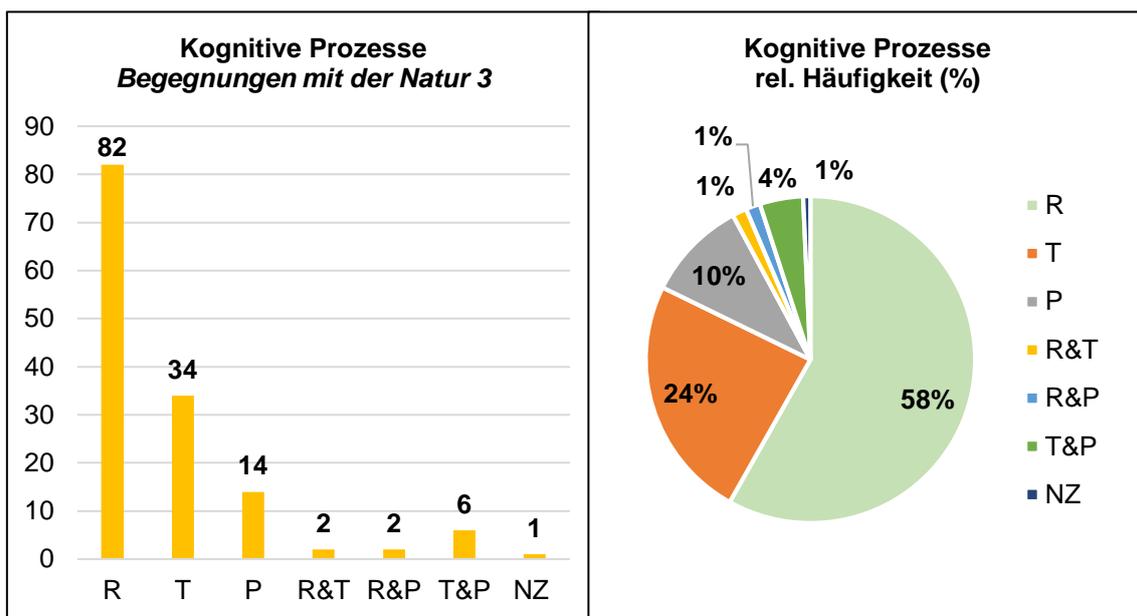


Abbildung 18: Die absolute und relative Häufigkeit der durch die Aufgabenstellungen in Begegnungen mit der Natur 3 geförderten und geforderten kognitiven Prozesse

In weiterer Folge machen Transferaufgaben mit 34 Zuweisungen rund ein Viertel der Aufgabenstellungen aus, gefolgt von 14 Reflexionsaufgaben (10%). Auch in *Begegnungen mit der Natur 3* gibt es Aufgabenstellungen, welche nur durch die Kombination von mehreren kognitiven Prozessen gelöst werden können, wobei sämtliche Kombinationsmöglichkeiten zugewiesen wurden. Am häufigsten ist die Kombination T&P mit sechs Aufgaben (4%), gefolgt von R&T sowie R&P in jeweils zwei Aufgaben (1%). Da bei einer Aufgabenstellung sowohl die Formulierung der Operatoren als auch die Handlungskompetenzen nicht zuordenbar waren, ist dieser Aufgabe auch kein kognitiver Prozess zuordenbar. Die in Abbildung 18 dargestellten Ergebnisse können in Tabelle 17 übersichtlich nachgelesen werden:

Kategorie	x_i	%
-----------	-------	---

R	82	58%
T	34	24%
P	14	10%
R&T	2	1%
R&P	2	1%
T&P	6	4%
NZ	1	1%
Gesamt (N)	141	0,992907801%

Tabelle 17: Die absolute und relative Häufigkeit der von den Aufgabenstellungen in Begegnungen mit der Natur 3 geforderten kognitiven Prozesse in tabellarischer Darstellung

Erklärend ist hier noch zu erwähnen, dass alle Berechnungen sowie in Excel eingegebenen Funktionen dreifach überprüft wurden und der Gesamtwert der relativen Häufigkeiten trotzdem nicht 100% ausmacht.

Auch in *Begegnungen mit der Natur 3* sind den Aufgabenstellungen Kompetenzbereiche zugewiesen, wobei die prozentualen Werte denen ähneln, die auch bei der Analyse dieser Arbeit festgestellt wurden. Allerdings muss erwähnt werden, dass laut Buch nur 53% der Aufgabenstellungen den Kompetenzbereich W fördern, der laut dieser Arbeit 70% der Gesamtheit ausmacht. Hierbei ist allerdings festzustellen, dass im Schulbuch 37 Aufgaben kein Kompetenzbereich zugewiesen wurde (N.A.), wobei es sich um jene Aufgabenstellungen handelt, die am Ende jedes Kapitels zur Überprüfung der Kompetenzen dienen sollen. Für die Analyse in dieser Arbeit wurde diesen Aufgabenstellungen hingegen eine Handlungskompetenz zugewiesen, wodurch diese Diskrepanz erklärt werden könnte.

Kategorie	x_i	%
W	75	53%
E	4	3%
S	4	3%
W&S	19	13%
W&E&S	2	1%
Nicht ausgewiesen (N.A.)	37	26%
Gesamt (N)	141	100%

Tabelle 18: Die absolute und relative Häufigkeit der laut Schulbuch Begegnungen mit der Natur 3 ausgewiesenen Kompetenzbereiche

8 Diskussion

In diesem Kapitel werden nun die Ergebnisse der quantitativen Analyse miteinander verglichen und in Beziehung gesetzt. Damit ein schlüssiger Vergleich abgebildet wird, werden die relativen Häufigkeiten der einzelnen Kategorien als Vergleichsmaterial herangezogen. Zunächst werden die erhobenen Daten anhand der ersten Fragestellung *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?* verglichen und erörtert, wobei auch eine Verflechtung mit den wichtigsten theoretischen Grundlagen angestrebt wird. In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse anhand der zweiten Fragestellung *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert?* diskutiert.

8.1 Fragestellung 1

Betrachtet man die relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Kategorien A-D sowie deren Kombinationsmöglichkeiten in den verschiedenen Schulbüchern, ergeben sich große Differenzen. In *bio@school 1* sind zwar alle Kategorien sowie die Kombination B&D enthalten, trotzdem zeigt sich ein deutlicher Überhang der Kategorie B mit einem Anteil von 64%, gefolgt von der Kategorie A mit 17%. Damit orientiert sich das Schulbuch eher an der Vorgabe des BMBWF, dass Operatoren gezielt formuliert werden sollen (vgl. Schmölder-Eibinger et al 2012). Die Tatsache, dass nicht immer nur ein Operator in den Aufgabenstellungen verwendet wird, vermindert zwar die Transparenz der Anforderungen und erhöht die sprachlichen Anforderungen an die SchülerInnen, da kein kleinschrittiger Sprachverwendungsprozess angestrebt wird, trotzdem kann durch diese operatorenbasierten Aufgabenstellungen die gemeinsame Vermittlung von Fachinhalten und Sprache im Sinne des sprachsensiblen Fachunterrichtes und der durchgängigen Sprachbildung geschehen (siehe Gogolin et al 2011: 28; Feilke 2012; Pineker-Fischer 2017 u.a.). Im Vergleich zu diesen beiden Kategorien, in denen die Operatoren möglichst gezielt verwendet werden, machen die Kategorien C sowie D mit insgesamt 7% einen geringeren Anteil aus, wobei es im gesamten Schulbuch überhaupt nur eine einzige Fragestellung gibt, die auch explizit durch einen Fragesatz formuliert ist. In *Bio Logisch 2* ist die Aufteilung der Kategorien eine gänzlich andere. Hier macht die Kategorie A den größten Anteil aus. Daran ist feststellbar, dass Aufgaben, die eine gezielte Sprachverwendung sowie die literale Handlungskompetenz stärken, dominieren.

Interessanterweise macht die Kategorie B in diesem Buch nur 18% der Grundgesamtheit aus. Insgesamt sind in *Bio Logisch 2* also nahezu 60% der Aufgabenstellungen operatorenbasiert und ohne Fragewort formuliert. Bei der Auswertung der Daten hat sich zudem ergeben, dass in diesem Schulbuch die Kategorie C mit 30% den zweitgrößten Anteil aufweist. In dieser Kategorie wird, zur Erinnerung, eine Operator-Fragewort-Kombination verwendet, was in weiterer Folge dazu führt, dass die Aufgabe in derselben Art und Weise auch durch eine reine Fragestellung formuliert werden könnte. Unter der Annahme, dass bei diesen Aufgaben eine gezielte Formulierung der geforderten Sprachhandlung mittels eines Operators intendiert war, zielt dieses Schulbuch sehr auf eine Sprachverwendung im Sinne der Lehrpläne und Kompetenzraster ab. Konkrete Fragestellungen werden in diesem Buch vermieden und kommen nicht vor, was diese These unterstützt. Betrachtet man die relativen Häufigkeiten der Kategorienkombinationen in *Bio Logisch 2*, fällt auf, dass auch hier jene Kategorie den größten Anteil ausmacht, in der A&C kombiniert sind. Die Tendenz zur Verwendung der Kategorie A und somit zur durchgehenden Verwendung von Operatoren durchzieht also auch in diesem Bereich die Ergebnisse. Bei den Kombinationen gibt es in diesem Schulbuch auch den einzigen Fall einer Fragestellung. Dabei werden die Kategorien B&D miteinander kombiniert. Allerdings liegt der Gesamtanteil dieser Kategorie aufgrund der relativ hohen Anzahl der Aufgabenstellungen (227) bei unter einem Prozent, was nahezu vernachlässigbar gering ist. Diese Arbeit kommt zu dem Ergebnis, dass in diesem Schulbuch gezielt versucht wurde, die Vorgaben des BMBWF sowie der Lehrpläne umzusetzen, was zu einem sehr großen Anteil auch gelungen ist, wobei in vielen Aufgabenstellungen zwar keine gezielte Frage gestellt, aber doch ein Fragewort eingebaut wurde. Für dieselbe Jahrgangsstufe wie *Bio Logisch 2* ist *einfach bio 2* ausgelegt, allerdings im ÖBV-Verlag erschienen, wohingegen *Bio Logisch 2* vom Dorner Verlag verlegt wurde. Während die Ergebnisse bezüglich der Formulierung der Operatoren in *Bio Logisch 2* noch sehr eindeutige Ergebnisse gebracht haben, sieht die Sachlage in *einfach bio 2* etwas anders aus. Keine der vordefinierten Kategorien macht einen Anteil von über oder knapp der Hälfte aus. Zwar sind die Kategorien B sowie A mit einem Anteil von 29% und 27% an der Grundgesamtheit an den ersten beiden Stellen zu nennen, aber in diesem Schulbuch kommen auch einige explizite Fragestellungen (Kategorie D) vor, die einen Anteil von 5% ausmachen. Betrachtet man dazu jene Kategorienkombinationen, in denen diese Kategorie miteinbezogen ist, also A&D (13%) sowie B&D (13%), erkennt man, dass die Kategorie D in 30% der Aufgabenstellungen

verwendet oder zumindest miteingebaut wurde. Die Ergebnisse der quantitativen Analyse lassen hier keinen eindeutigen Schluss darauf zu, inwiefern sich diese Formulierungen auf SchülerInnenprodukte auswirken würde, allerdings lässt sich vom theoretischen Standpunkt aus feststellen, dass keine Fragestellung benötigt wird, damit der Inhalt und die Anforderungen von Operatoren verdeutlicht werden. Im Gegensatz zu dieser Tendenz wird die Arbeit mit Operatoren befürwortet und bevorzugt, damit die Transparenz bezüglich der sprachlichen und fachlichen Anforderungen erhöht und die literale Handlungskompetenz gestärkt wird, indem eine vertiefte Auseinandersetzung mit fachlichen und sprachlichen Inhalten geschehen kann. (vgl. Schmölder-Eibinger et al 2018: 65-72; u.a.) Niederdorfer et al. befürworten die Arbeit mit Operatoren auch deshalb, weil die Sprache kontext- und domänenadäquat verwendet werden kann und damit der Erwerb von fach- und bildungssprachlichen Kompetenzen gefördert wird. Sie sehen operatorenbasierte Aufgabenstellung als eine Möglichkeit der tiefgehenden Beschäftigung mit dem Fachinhalt bei gleichzeitigem Training der Sprachverwendung (vgl. Niederdorfer et al 2017: 126). Die erfolgreiche Bearbeitung einer Aufgabenstellung, die gleichzeitig die literale Handlungskompetenz sowie die Fachkompetenz stärkt, ist laut Literatur bei der Arbeit mit Operatoren sehr viel wahrscheinlicher als bei der Verwendung von Fragestellungen. Zudem verspricht sich die Didaktik von der Arbeit mit Operatoren eine höhere Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen, die den Grundstein zum Erwerb der Bildungssprache legt, weil durch Operatoren der Lösungsweg konkret angeleitet und die angemessene Sprachverwendung unterstützt wird. (vgl. Feilke 2012; Lumer & Winter 2019; Pineker-Fischer 2017 u.a.) Eine Annahme, die zwar seitens dieser Arbeit nicht durch Literatur belegt ist, aber im Anschluss an diese quantitative Analyse bei der Arbeit mit SchülerInnen erforscht werden könnte, wäre, dass die Verwendung von Fragestellungen den Nutzen und Zweck der verwendeten Operatoren abschwächen. Im Vergleich zu *Bio Logisch 2*, das auch für die zweite Schulstufe ausgelegt ist, gibt es in *einfach bio 2* mehr Kategorienkombinationen, wobei dabei die Kategorie D viel öfter zum Einsatz kommt, was zeigt, dass es in *einfach bio 2* keine einheitliche Sprachverwendung bezüglich der Aufgabenstellungen gibt, was dazu führt, dass die Vorgaben des BMBWF und der Lehrpläne nicht durchgehend umgesetzt werden. Das lässt die Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen sinken und den Erwerb von fach- und bildungssprachlichen Inhalten möglicherweise weniger effizient werden, weshalb man hier als Lehrperson zusätzliche Unterstützungen anbieten sollte oder die Aufgabenstellungen umformulieren oder abwandeln könnte, wenn mit diesem Buch

gearbeitet wird. Das letzte Buch, das im Zuge dieser Arbeit einer Analyse unterzogen wurde, ist *Begegnungen mit der Natur 3*, das wie *einfach bio 2* im ÖBV-Verlag erschienen, aber für die 7. Schulstufe ausgelegt ist. Hier zeigen die Ergebnisse ähnlich viele Kategorienkombinationen wie es bei den Aufgabenstellungen in *einfach bio 2* der Fall ist, allerdings sind die Anteile der kombinierten Kategorien in *Begegnungen mit der Natur 3* deutlich geringer. Erfreulich ist, dass hier die Kategorie A mit 35% den größten Anteil ausmacht und an zweiter Stelle die Kategorie B (31%) liegt. Erstaunlicherweise ist auch hier, wie in *Bio Logisch 2*, die Kategorie C sehr häufig vertreten (15%). Möglicherweise war dabei eine sehr gezielte Formulierung der Aufgabenstellung geplant, die allerdings durch das Fragewort etwas abgeschwächt und die Transparenz dadurch etwas gesenkt wird. Bei den Kategorienkombinationen ist A&C am häufigsten vertreten (8%), wohingegen nur in insgesamt 6% der Fälle eine Fragestellung zu einer gezielter formulierten Kategorie kombiniert wird. Im gesamten Buch, in dem 141 Aufgabenstellungen enthalten sind, wird in nur einem Prozent der Fälle (2x) eine Fragestellung formuliert, was wiederum darauf schließen lässt, dass die Vorgaben der Lehrpläne und der darin prolongierten Kompetenzorientierung umgesetzt sind.

Insgesamt hat die Analyse der Aufgabenstellungen aller Schulbücher ergeben, dass in den meisten Fällen entweder die Kategorie A oder B die größte relative Häufigkeit besitzt. Das ist insofern erfreulich, da von didaktisch-theoretischer Seite und vonseiten der Lehrpläne und der Ministerien Aufgabenstellungen gefordert werden, die nicht mit einem *ja* oder *nein* bzw. durch eine kurze Phrase beantwortet werden können, sondern eine tiefgehende Auseinandersetzung mit dem Fachinhalt und den dazugehörigen Sprachmitteln fördern. (vgl. Jahnke-Klein & Busse 2019) Sowohl in Kategorie A, als auch in Kategorie B, bilden die Operatoren eine Sprachhandlungsaufforderung, die transparente Leistungsanforderungen enthält. Während in Kategorie A ein kleinschrittiger Sprachverwendungsprozess gefördert werden kann, stellt die Kategorie B komplexere Anforderungen, da mehr als ein Operator in derselben Aufgabenstellung bearbeitet werden muss. Das setzt zum einen die Kenntnis über die zu bearbeitenden Operatoren voraus, als auch bildungssprachliche Kompetenzen, um die einzelnen Sprachhandlungen miteinander zu verknüpfen, in eine logische Reihenfolge zu bringen und gegebenenfalls in Beziehung miteinander zu setzen. Es ist aber festzuhalten, dass im Unterricht trotz der gezielten Verwendung der Operatoren in einzelnen Aufgabenstellungen Unterstützungen gebraucht werden könnten, um den sprachsensiblen Erwerb von bildungssprachlichen Kompetenzen und Fachinhalt zu gewährleisten.

Inwiefern das die Aufgabenstellungen erledigen, kann aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit nicht gefolgert werden, da es sich um eine rein quantitative Analyse handelt und ein Schluss darauf unzulässig wäre. In allen vier Schulbüchern kommt auch die Kategorie C vor, wobei deren Anteil in *bio@school 1* sowie *einfach bio 2* eher gering ausfällt, wohingegen dieser in *Bio Logisch 2* und *Begegnungen mit der Natur 3* sehr viel größer ist. Erfreulicherweise ist der Anteil an eindeutigen Fragestellungen in den meisten Schulbüchern eher gering, wobei der Anteil in *bio@school 1* vernachlässigbar gering und in *Bio Logisch 2* non-existent ist. Auch in *Begegnungen mit der Natur 3* machen Fragestellungen nur 1% der Grundgesamtheit aus und sind in 6% der Aufgabenstellungen mit einer anderen Kategorie kombiniert. Die Ergebnisse der Analyse in Bezug auf diese Schulbücher zeigt, dass sich die Aufgabenkultur von den Fragestellungen weg hin zur konsequenten Verwendung von Operatoren wandelt und somit der kompetenzorientierte sowie sprachensible Unterricht, der den Erwerb von Bildungssprache fördert, bereits vonseiten der Schulbücher unterstützt wird. Als einziges Schulbuch fällt *einfach bio 2* etwas aus dem Rahmen dieser Entwicklungen, da gezielte Fragestellungen hier einen größeren Anteil ausmachen und die Kategorie D auch in 26% aller Fälle gemeinsam mit einer anderen Kategorie verwendet wird. Somit kommen in diesem Schulbuch in 31% aller Aufgaben Fragestellungen vor, was ein durchaus hoher Anteil ist, wenn man bedenkt, dass die Vorgaben darauf abzielen, Fragestellungen eher zu vermeiden.

Die Fragestellung *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?* kann anhand der quantitativen Ergebnisse abschließend so beantwortet und interpretiert werden, dass in einem Großteil aller Aufgabenstellungen der Schulbücher jeweils ein Operator in einem Satz formuliert wird, was eine hohe Transparenz bezüglich der Leistungsanforderung zur Folge hat. Zusätzlich ist der Anteil jener Aufgabenstellungen, in denen mehrere Operatoren in einem oder mehreren Sätzen formuliert sind (Kategorie B) in den meisten Fällen sehr hoch, wobei dieser in *bio@school 1* am größten ist. In zwei Schulbüchern (*Bio Logisch 2* & *Begegnungen mit der Natur 3*) sind zudem viele Aufgabenstellungen mittels eines Operators formuliert, wobei die Aufforderung zur Sprachhandlung zusätzlich um ein Fragewort erweitert wurde, was die Transparenz etwas vermindert und zeitgleich die Auseinandersetzung mit fachlichen und sprachlichen Inhalten senken könnte. Der Anteil reiner Fragestellungen und der Kategorien, in denen diese hinzukombiniert wurden, ist in drei der vier analysierten Schulbüchern sehr gering, was dazu führt, dass die Vorgaben aus den Lehrplänen sowie der didaktisch-theoretischen Literatur zu einem Großteil umgesetzt

wurden und gleichzeitig ein sprachsensibler Unterricht, der den Spracherwerb im Sinne der durchgängigen Sprachbildung fördert, daran angeknüpft werden kann. Anders als in den anderen Schulbüchern werden in *einfach bio 2* doch sehr viele Fragestellungen verwendet, wodurch die Vorgaben in diesem Schulbuch nicht so genau umgesetzt wurden wie in den anderen. Letztendlich werden in vielen Aufgabenstellungen, vor allem in umfangreicheren, auch mehrere Kategorien miteinander kombiniert, wobei in der Arbeit mit SchülerInnen herauszufinden wäre, inwiefern das den Sprachverwendungs- und Bearbeitungsprozess verändert, als bei der Verwendung von nur einer Kategorie.

8.2 Fragestellung 2

Die zweite Fragestellung dieser Arbeit bezieht sich auf die Handlungskompetenzen und kognitiven Prozesse, welche durch die Aufgabenstellungen in den Schulbüchern gefördert werden. Das ist für diese Arbeit deshalb so wichtig, da der Begriff der Handlungskompetenzen im kompetenzorientierten Unterricht untrennbar mit den Operatoren verbunden ist, wie aus der Literatur abzuleiten ist. Im Konzept der *Scientific Literacy* fördern die Aufgabenstellungen, die im Sinne der Kompetenzorientierung operatorenbasiert sind, bestimmte Handlungskompetenzen und gleichzeitig auch kognitive Prozesse, die zur Bearbeitung der Operatoren notwendig sind. (vgl. Nerdel 2017: 15) Laut Schmolzer-Eibinger et al. (2018) fördern Operatoren die literale Handlungskompetenz, was insofern wichtig ist, da eine umfassende *Scientific Literacy* SchülerInnen dazu befähigen soll, aktiv und argumentativ am naturwissenschaftlichen Diskurs teilzuhaben, weshalb entsprechende Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden sollen (vgl. OECD 2016: 32). Diese Fähigkeiten und Fertigkeiten, die man unter dem Begriff Handlungskompetenzen zusammenfassen kann, sind im Kompetenzmodell der Naturwissenschaften zusammengefasst und unterstützen die Ausbildung der *Scientific Literacy*. Im Folgenden soll nun dargestellt werden, welche Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzmodell durch die Aufgabenstellungen der analysierten Schulbücher gefördert werden können, wobei auch darauf eingegangen wird, welche Veränderungen es von Schulstufe zu Schulstufe gibt.

In *bio@school 1* werden vor allem Handlungskompetenzen gefördert, die dem Bereich *Wissen aneignen und kommunizieren* (W) entstammen, was nicht verwunderlich ist, da in der ersten Klasse der Sekundarstufe I (5. Schulstufe) vor allem Wissen angeeignet wird, damit ein Grundstock an Basiswissen und entsprechende Handlungskompetenzen vorhanden sind, auf denen das restliche Kompetenzmodell aufbaut. Dieses Basiswissen

ist laut Weirer und Paechter notwendig, um später einen komplexen Problemlösungsprozess durchführen zu können (vgl. Weirer & Paechter 2019: 22). Betrachtet man die Ergebnisse genauer, wird in diesem Schulbuch vor allem, in 41% aller Aufgaben, die Handlungskompetenz W2 gefördert, Informationen aus unterschiedlichen Medien und Quellen zu entnehmen. Darauf folgt W3, dieses Wissen in unterschiedlichsten Formen darzustellen und somit wiederzugeben, mit 24%. Zuletzt ist es noch die Handlungskompetenz W1, das Wissen um biologische Vorgänge und Phänomene beschreiben und benennen zu können, die in 19% der Aufgabenstellungen vermittelt wird. Insgesamt ergibt sich daraus das Bild, dass dieses Schulbuch, in 84% aller Aufgabenstellungen, zunächst jene Kompetenzen zu vermitteln versucht, die am Anfang des Kompetenzmodells stehen und grundlegende Informationen, Fähigkeiten und Fertigkeiten fördern. In dieses Bild fügen sich die weiteren Ergebnisse ein, da der Bereich *Erkenntnisse gewinnen*, in nur 8% der Aufgabenstellungen gefördert wird, wobei hier lediglich die Handlungskompetenzen gefördert werden, in denen es darum geht, einfache Vorgänge beobachten, messen und beschreiben zu können (E1) und in weiterer Folge Daten und Ergebnisse von Untersuchungen zu vergleichen bzw. zu interpretieren (E5). Der Kompetenzbereich *Standpunkte begründen* wird in keiner der Aufgabenstellungen gefördert und ist auch in keiner Kombination enthalten. Diese Ergebnisse lassen sich zwar nicht immer hundertprozentig auf die notwendigen kognitiven Prozesse ummünzen, allerdings ist es auch in diesem Bereich so, dass in 90% aller Fälle Wissen wiedergegeben werden soll, weshalb es sich um Reproduktionsaufgaben (R) handelt. Der Wissenstransfer (T) ist in diesem Schulbuch nicht sehr oft gefordert, wird allerdings trotzdem in 5% der Aufgaben trainiert. Reflexionsaufgaben sind in *bio@school 1* nicht enthalten, jedoch wird dieser Bereich zweimal mit einer Transferaufgabe kombiniert.

Die Ergebnisse der Analyse aus *Bio Logisch 2* ergeben ein differenzierteres Bild. In diesem Schulbuch gibt es keine Handlungskompetenz, die übermäßig oft gefördert wird, allerdings steht auch hier der Kompetenzbereich W an erster Stelle. Die Handlungskompetenzen W1-W4 werden in 68% aller Fälle gefördert und sind auch bei den Kombinationen meistens enthalten. Trotzdem sind 68% schon deutlich weniger als 84%, wie es in *bio@school 1* der Fall war. Zudem rückt hier die Handlungskompetenz W4, Vorgänge und Phänomene erklären zu können und dabei auf das bereits erworbene Fachwissen einzugehen, in den Vordergrund. Sie wird in 19% aller Aufgabenstellungen gefördert und steht damit an zweiter Stelle hinter W1, mit 26%. Der Bereich *Erkenntnisse gewinnen* wird auch in diesem Schulbuch nur in 8% aller Aufgabenstellungen gefördert,

allerdings ist er auch in den Kombinationen häufig enthalten, was in *bio@school 1* nicht der Fall war. In *Bio Logisch 2* wird hier vor allem die Fähigkeit gefördert, kleinere Versuche bzw. Vorgänge zu beobachten und zu beschreiben (E1). Allerdings kommt hier die Fähigkeit hinzu, diese Versuche und Untersuchungen selbstständig zu planen, durchzuführen und zu protokollieren (E4). Auch E5 wird in diesem Schulbuch gefördert, allerdings nur in einer Aufgabenstellung. Auch wenn dieser Kompetenzbereich in *Bio Logisch 2* nicht häufiger gefördert wird, werden doch neue Handlungskompetenzen trainiert, die sich in das Gesamtbild einfügen können. Im Gegensatz zu *bio@school 1* wird der Kompetenzbereich Standpunkte begründen zu können (S) hier in 13% aller Aufgabenstellungen gefördert, wobei hier alle Handlungskompetenzen dieses Bereiches in mindestens einer Aufgabenstellung trainiert werden, am häufigsten jedoch das fachliche Argumentieren (S1), mit 8%, sowie eigene Handlungsempfehlungen abzugeben (S5), mit 3%. Insgesamt werden bis auf W5, E2 sowie E3, alle Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzmodell gefördert. Wie es die Ergebnisse bezüglich der Handlungskompetenzen bereits vermuten lassen, zeichnet sich auch im Bereich der kognitiven Prozesse ein differenzierteres Bild. Reproduktionsaufgaben machen in *Bio Logisch 2* nur 54% aus, wozu sich 31% Transferaufgaben und 9% Reflexionsaufgaben gesellen. Zwar dominieren auch hier die Reproduktionsaufgaben, was aber vermutlich immer der Fall sein wird, da immer zusätzliche Informationen gewonnen und wiedergegeben werden müssen. Trotzdem ist es erfreulich, dass der Wissenstransfer bereits in der 2. Klasse der Sekundarstufe I in dieser Art und Weise gefördert werden kann und auch die Reflexion von Wissen nicht vernachlässigt wird.

Besonders interessant wird es, wenn man die Ergebnisse der Schulbücher *Bio Logisch 2* und *einfach bio 2* vergleicht, da beide für die 6. Schulstufe ausgelegt und in unterschiedlichen Verlagen erschienen sind. Im Gegensatz zu *Bio Logisch 2*, werden in *einfach bio 2* vermehrt die Handlungskompetenzen aus dem Kompetenzbereich W gefördert. Bis auf W5, die nicht gefördert wird, werden in 84% aller Aufgabenstellungen die Handlungskompetenzen W1-W4 trainiert, wobei W2 mit 48% deutlich hervorsteht. Daran schließt sich mit 24% W1 an und W3 und W4 werden in insgesamt 12% aller Aufgaben gefördert. Interessant wäre zu wissen, ob das vom Verlag und den Autoren beabsichtigt ist oder ob es dabei einen Zusammenhang mit der Tatsache gibt, dass in *einfach bio 2* vermehrt konkrete Fragestellungen anstatt gezielt formulierter Operatoren verwendet werden. Dazu müssten allerdings der Verlag sowie die Autoren des Schulbuches kontaktiert und befragt werden. Weiters wird der Kompetenzbereich E nicht

oft gefördert und macht nur 3% aller Aufgabenstellungen aus. Einen ähnlichen Prozentsatz weist Kompetenzbereich S auf, der in diesem Schulbuch auch weniger gefördert wird als in *Bio Logisch 2*. Aus diesen beiden Kompetenzbereichen werden zudem nur die Handlungskompetenzen E1, E4, S1-S3 sowie S5 gefördert, was ebenso weniger divers als in *Bio Logisch 2* ist. Zwar wird die Handlungskompetenz E3, Hypothesen zu formulieren, im Zusammenhang mit E1 und E4 gefördert, allerdings auch nur in 1% der Aufgabenstellungen. Diese Ergebnisse bezüglich der Handlungskompetenzen schlagen sich auch auf die zu verwendenden kognitiven Prozesse nieder, da in 84% eine Reproduktionsaufgabe zu lösen ist und der Anteil an Transferaufgaben mit 10% sowie Reflexionsaufgaben mit 3% eher gering ist. Diese relativen Häufigkeiten sind in *Bio Logisch 2* fast dreimal so hoch.

Zuletzt wurden die Handlungskompetenzen sowie kognitiven Prozesse in *Begegnungen mit der Natur 3* ermittelt, das für die 7. Schulstufe ausgelegt ist, was erwarten lässt, dass hier komplexere kognitive Prozesse und Handlungskompetenzen aus den Bereichen E und S häufiger gefördert werden. Anhand der Ergebnisse ist allerdings festzustellen, dass auch hier der Kompetenzbereich W mit einem Anteil von 70% dominiert, der Bereich S mit 12% folgt und zuletzt in 5% aller Fälle der Kompetenzbereich E gefördert wird. Im Detail ist es so, dass die Handlungskompetenzen W1 sowie W2 an erster und zweiter Stelle liegen und mit jeweils knapp über 20% in 44% aller Aufgabenstellungen angewandt werden müssen. Auch hier wird der Bereich W4 (12%) öfter gefördert, woraufhin W3 (8%) sowie W5 (6%) folgen. Interessanterweise wird in diesem Schulbuch zum ersten Mal die Handlungskompetenz W5, biologische Inhalte in Bezug zu ihrem evolutionären Zusammenhang zu erläutern, gefördert. Im Lehrplan ist nämlich festgehalten, dass alle Themengebiete der Biologie gemeinsam mit ihrem evolutionären Kontext vermittelt werden sollen, damit daraus ein Gesamtbild entstehen kann. Früher wurde die Evolution erst in der 12. Schulstufe vermittelt und erst dann mit allen anderen Themen in Verbindung gebracht. Laut dieser neuen Betrachtungsweise müssten die Handlungskompetenzen W5 und S4, die beide einen Bezug zur Evolution herstellen, in allen Klassenstufen bereits gefördert werden, wobei die Handlungskompetenz S4 rein auf den Menschen ausgelegt ist. W5 bezieht sich aber allgemein auf den evolutionären Kontext der Themen und könnte in Bezug auf alle Themengebiete erworben werden. In *Begegnungen mit der Natur 3* werden aus den komplexeren Bereichen E und S die Handlungskompetenzen E1, E3, E4 sowie S1 und S2 gefördert. Die übrigen Handlungskompetenzen aus dem Bereich S werden in diesem Schulbuch eher in

Kombination miteinander oder mit anderen Handlungskompetenzen gemeinsam gefördert, wobei vor allem der Kompetenzbereich W hinzukombiniert wird. Betrachtet man also die relativen Häufigkeiten der jeweiligen Kategorien und deren Kombinationen, ergibt sich, dass in diesem Schulbuch bis auf E2 und S4 alle Handlungskompetenzen zumindest einmal gefördert werden, wobei die relative Häufigkeit des Kompetenzbereiches W am größten ist und die Bereiche E sowie S weniger oft gefördert werden. Trotz der Ergebnisse bezüglich der Handlungskompetenzen, die doch deutlich stärker den Kompetenzbereich W fördern, zeigt sich bei den kognitiven Prozessen, dass in *Begegnungen mit der Natur 3* nicht alle Aufgabenstellungen aus dem Bereich W durch eine Reproduktionsaufgabe realisiert sein können, da diese nur 58% aller Aufgabenstellungen ausmachen. Zusätzlich werden in 24% aller Fälle Transferaufgaben gestellt, gefolgt von 10% Reflexionsaufgaben. Im Vergleich zum Schulbuch *einfach bio 2*, das ähnliche Ergebnisse bezüglich der Handlungskompetenzen aufweist, werden in diesem Schulbuch deutlich öfter auch komplexe kognitive Aufgaben gestellt und sowohl der Transfer als auch die Reflexion von Wissen prolongiert. Diese Ergebnisse könnten wieder darauf hindeuten, dass die vermehrten Fragestellungen in *einfach bio 2* in Zusammenhang mit den kognitiv weniger anspruchsvollen Aufgabenstellungen stehen, was aber nicht als Schlussfolgerung zu betrachten ist, sondern eine Annahme darstellt, die einer weiteren Überprüfung unterzogen werden müsste.

Vergleicht man die Ergebnisse aller Bücher miteinander, zeigt sich, dass ausgehend von allen Aufgabenstellungen als Grundgesamtheit jede Handlungskompetenz aus dem Kompetenzmodell zumindest einmal gefördert wird, was ein erfreuliches Gesamtergebnis ist, da gezeigt werden kann, dass das Kompetenzmodell nicht erst in der Oberstufe dazu verwendet wird, um auf die standardisierte Reife- und Diplomprüfung vorzubereiten. Es werden im Sinne einer *Scientific Literacy*, die ein Teil der Kompetenzorientierung und des sprachsensiblen Unterrichtes ist, bereits in der Unterstufe Fähigkeiten und Fertigkeiten gefördert und trainiert, die dazu befähigen sollen, aktiv am naturwissenschaftlichen Diskurs teilzunehmen, Themen kritisch zu bewerten und diskutieren zu können. Ausgehend von der Annahme, dass das Endziel der *Scientific Literacy* SchülerInnen sind, die mit den Arbeitsweisen und Themengebieten der Naturwissenschaften vertraut sind und den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess durchlaufen können (vgl. Nerdel 2017), ist festzustellen, dass die Schulbücher dabei grundsätzlich einen Beitrag leisten können. In der ersten Schulstufe, die durch *bio@school 1* repräsentiert wird, ist das Aneignen von Fachwissen das Hauptziel. In

weiterer Folge werden zumindest in *Bio Logisch 2* und *Begegnungen mit der Natur 3* auch die tiefergehenden kognitiven Prozesse gemeinsam mit komplexeren Handlungskompetenzen gefördert, zwar nicht immer durch eine hohe relative Häufigkeit bestechen, aber in den Aufgabenstellungen zu finden sind. Am breitesten aufgestellt, sowohl in der Diversität der Handlungskompetenzen als auch bezüglich deren relativer Häufigkeit ist das Schulbuch *Bio Logisch 2* aus dem Dorner Verlag, das keine Handlungskompetenz und keinen kognitiven Prozess am deutlichsten fördert, sondern einen guten Grundstock bietet, aus dem ausgewählt werden kann. In Verbindung zu der Tatsache, dass durch die Entwicklung der *Scientific Literacy* nicht nur eine fachliche Kompetenz entwickelt, sondern auch die literarische Handlungskompetenz erworben werden soll, wie es im Konzept der durchgängigen Sprachbildung sowie des sprachsensiblen Unterrichtes vorgesehen ist, die beide mit Operatoren sowie Handlungskompetenzen arbeiten und dadurch die Kompetenzorientierung unterstützen und die Entwicklung einer Bildungssprache fördern, kann durch die Aufgabenstellungen in *Bio Logisch 2* auch der Erwerb von bildungs- und fachsprachlichen Mitteln besser unterstützt werden. Das wird von den Ergebnissen bezüglich der Formulierung der Operatoren unterstützt, die sehr explizit und transparent formuliert sind. Aus der Reihe der Ergebnisse fällt das Schulbuch *einfach bio 2*, das sowohl in Bezug auf die Formulierung der Operatoren als auch bezüglich der Handlungskompetenzen am wenigsten den Vorgaben des Ministeriums sowie der didaktisch-theoretischen Literatur entspricht und somit am wenigsten dazu geeignet ist, einen sprachsensiblen und kompetenzfördernden Unterricht daran anzuknüpfen. Natürlich werden in diesem Schulbuch trotzdem Kompetenzen gefördert, aber die Diversität ist nicht so hoch wie bei den anderen Schulbüchern, wodurch auch die Entwicklung der Bildungs- und Fachsprache eher eingeschränkt möglich wäre und viel Eigenleistung seitens der Lehrperson nötig ist. Im Buch *bio@school 1* könnte die mangelnde Diversität auch daran liegen, dass es sich um ein Werk für die 5. Schulstufe handelt, wobei diese Annahme durch die Analyse der Folgewerke dieser Reihe überprüft werden müsste.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bezüglich der Fragestellung *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert?*, sehr unterschiedliche Ergebnisse erhoben wurden. Allerdings ergibt sich das Bild, dass vor allem die Handlungskompetenzen W1-W5 sowie S1-S3 sowie S5 gefördert werden und dem Kompetenzbereich *Erkenntnisse gewinnen* in

den Schulbüchern eher weniger Gewicht beigemessen wird. Hier muss seitens der Lehrkraft mehr Eigenleistung erbracht werden, um die Ausbildung der *Scientific Literacy* und der damit verbundenen Entwicklung der Bildungs- und Fachsprache zu fördern. Zudem gibt es Unterschiede bezüglich der Verlage, wobei das Schulbuch *Bio Logisch 2* aus dem Dorner Verlag häufiger komplexe, tiefergehende Handlungskompetenzen und kognitive Prozesse fördert. Daraufhin folgt das Schulbuch *Begegnungen mit der Natur 3* aus dem ÖBV, das es schafft, trotz der Dominanz des Kompetenzbereiches W in den Aufgabenstellungen auch die komplexen kognitiven Prozesse öfter zu fördern. *Einfach bio 2* zeigt bezüglich der Handlungskompetenzen ähnliche Ergebnisse wie *Begegnungen mit der Natur 3*, schafft es aber dabei nicht, auch die komplexeren kognitiven Prozesse öfter anzusprechen, was daran liegen könnte, dass darin vermehrt Fragestellungen vorkommen und die Operatoren deshalb nicht so gezielt formuliert sind wie in den anderen Schulbüchern. Zuletzt fördert das Schulbuch *bio@school 1* bezüglich der Diversität die wenigsten Handlungskompetenzen, ist auch eher im Kompetenzbereich W angesiedelt und stellt vor allem Reproduktionsaufgaben, allerdings ist die Formulierung der Operatoren in diesem Schulbuch gezielter als in *einfach bio 2*, weshalb es durch diese Arbeit trotzdem bevorzugt würde. Durch die Formulierung der Operatoren ergibt sich eine höhere Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen und die Ansätze des sprachsensiblen Fachunterrichtes und der durchgängigen Sprachbildung können besser daran angeknüpft werden, wodurch die Vermittlung und der Erwerb der Fach- und Bildungssprache erleichtert werden.

9 Fazit

Die Ergebnisse der quantitativen Analyse weisen darauf hin, dass grundsätzlich durch alle analysierten Schulbücher die Vermittlung von Bildungs- und Fachsprache im Sinne der Kompetenzorientierung und den damit verbundenen Ansätzen der durchgängigen Sprachbildung sowie des sprachsensiblen Unterrichtes geschehen kann. Die Vorgaben des BMBWF (Schmölzer-Eibinger et al 2012), die eine gezielte und transparente Verwendung von Operatoren verlangen, werden in fast allen analysierten Schulbüchern angestrebt. Bezüglich der Operatoren und deren Rolle bei der Vermittlung von Bildungssprache, wie sie unter anderem Feilke (2012) beschreibt, ist anzumerken, dass diese konkret im Unterricht besprochen werden müssen. Operatoren sollen zwar für Transparenz bezüglich der Leistungsanforderungen sorgen, können diese Aufgabe aber nur dann erfüllen, wenn die SchülerInnen auch wissen, welche kognitiv-sprachlichen

Herausforderungen ein Operator verlangt (siehe Pineker-Fischer 2017). In keinem der analysierten Schulbücher wird eine Liste der Operatoren bereitgestellt, weshalb diese Arbeit von der Lehrperson zu erledigen ist. Auch die Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung von Operatoren in den einzelnen Fächern (Feilke 2012; Pineker-Fischer 2017) müssen thematisiert werden und Gegenstand eines sprachsensiblen Unterrichtes sein. Nur wenn die SchülerInnen um die Bedeutung einzelner Operatoren im Fach wissen, kann sich ihnen die damit verbundene Transparenz eröffnen, die in weiterer Folge die sprachliche Bildung und den Erwerb von Bildungssprache positiv verstärkt sowie die Ausbildung der literalen Handlungskompetenz laut Schmölzer-Eibinger et al. (2018) unterstützt. In den Ergebnissen haben sich Unterschiede aufgezeigt, die man bedenken sollte, weil sie eine vertiefte Beschäftigung mit den notwendigen Sprachmitteln seitens der Lehrkraft erfordern. An vorderster Front sieht diese Arbeit das Buch *Bio Logisch 2*, da darin der Einsatz der Operatoren in Verbindung mit den geförderten Handlungskompetenzen die Vorgaben der Lehrpläne, des BMBWF und der Literatur am besten umgesetzt sind. Auch die Schulbücher *Begegnungen mit der Natur 3* sowie *bio@school 1* können hier einen Beitrag zur Entwicklung der Fach- und Bildungssprache leisten und fördern durch den Einsatz der Operatoren sowohl die literarische Handlungskompetenz, als auch die Handlungskompetenzen im Sinne der *Scientific Literacy*, die Nerdel (2017) als eine naturwissenschaftliche Grundbildung beschreibt, zu der vor allem auch das Wissen um den Umgang mit dem erworbenen Fachwissen gehört. Das Schulbuch *einfach bio 2* ist für diese Arbeit am wenigsten dafür geeignet, es in einem sprachsensiblen Unterricht einzusetzen, der sowohl fachliche als auch sprachliche Kompetenzen fördern soll (vgl. Both et al 2013; Lumer & Winter 2019; Pineker-Fischer 2017 u.a.), da zum einen die Vorgaben bezüglich der Formulierung der Operatoren nicht in dem Maße umgesetzt sind, wie in den anderen Schulbüchern und zum anderen auch die Diversität bezüglich der geförderten Handlungskompetenzen geringer ist. Für eine umfassende wissenschaftliche Grundbildung ist es jedoch notwendig, nicht nur reproduktive Kompetenzen auszubilden, sondern dieses Wissen auch transferieren und reflektieren zu können (vgl. Killermann et al 2018; Weirer & Paechter 2019 u.a.). Diese Fähigkeiten werden in *einfach bio 2* weniger stark gefördert, als in den anderen drei Werken, wobei wie schon erwähnt vor allem das Schulbuch *Bio Logisch 2* durch eine große Diversität an geförderten Handlungskompetenzen gekennzeichnet ist. Trotzdem ist festzuhalten, dass die Schulbücher alleine keine hinreichende Grundlage für einen sprachsensiblen Fachunterricht darstellen, der eine integrative Sprachbildung ermöglicht,

sondern die Hauptleistung trotzdem von den Lehrpersonen erbracht werden muss, die mit diesen Schulbüchern und deren Aufgabenstellungen arbeiten. Zusätzlich zu diesen Aufgabenstellungen müssen die Heterogenität sowie die Bedürfnisse der Klasse berücksichtigt, Unterstützungen bereitgestellt und Binnendifferenzierung realisiert werden, um einen sprachbewussten Fachunterricht zu gestalten, der die SchülerInnen dabei unterstützt, fachliche und sprachliche Inhalte zu erwerben und dadurch kompetent in der Anwendung von Bildungssprache zu werden. Ein wichtiger Punkt, den man als Lehrperson beachten muss sind die sprachlichen Herausforderungen auf Wort-, Satz-, sowie Textebene, die mit den Aufgabenstellungen im Unterrichtsfach Biologie einhergehen können (siehe Tabelle 1). Damit diese sprachlichen Mittel kein unüberwindbares Hindernis für das Verständnis der Aufgabenstellungen darstellen, müssen sie thematisiert werden. Beese und Siems (2015) nennen hierbei unter anderem Attribuierungen als Stolpersteine auf der Satzebene, aber auch spezifische Satzkonstruktionen und Formulierungen müssen beachtet und bereits im Vorfeld von der Lehrperson herausgefunden werden (vgl. Both et al 2013). Diese Arbeit hat sich nicht mit den spezifischen sprachlichen Herausforderungen der Aufgabenstellungen beschäftigt, jedoch ist aus den zahlreichen kombinierten Kategorien ersichtlich, dass diese nicht nur aus kurzen Sätzen bestehen, sondern teilweise sehr umfangreich und komplex sind. In einem integrativen sprachsensiblen Fachunterricht, wie er in Kapitel 4 beschrieben wird, muss ein besonderer Fokus deshalb darauf liegen, Fach- und Bildungssprache in allen Teilfertigkeiten auszubilden, damit die SchülerInnen die Aufgabenstellungen sprachlich verstehen können, um sie in weiterer Folge bearbeiten zu können (vgl. Pineker-Fischer 2017). Zudem bietet es sich hier an mit dem Konzept *Scaffolding* (vgl. Kniffka & Roelcke 2016) zu arbeiten, das auch Teil der durchgängigen Sprachbildung ist und mit Analysen des Unterrichtsmaterials sowie des Lernstandes der SchülerInnen arbeitet, um geeignete Unterstützungen bereitstellen zu können, die es ermöglichen fachliche und sprachliche Inhalte gemeinsam zu erlernen. Für einen sprachbewussten Fachunterricht können Lehrpersonen zwar, wie in dieser Arbeit aufgezeigt, die Aufgabenstellungen der Schulbücher heranziehen, sollten dies aber nicht unreflektiert tun. Zudem sind Schulbücher alleine nicht ausreichend, um Sprachbildung im Fach zu betreiben. In Kapitel 4 dieser Arbeit wird genau beschrieben, dass dies den Fachlehrkräften obliegt, die für eine sprachliche und fachliche Bildung Sorge tragen müssen. Das erhöht in weiterer Folge die Chancen auf einen guten Bildungserfolg und die Möglichkeit, später aktiv am Diskurs teilhaben zu können (vgl. Nerdel 2017), was ein Ziel der

Kompetenzorientierung ist und auch in den Konzepten zur Bildungssprache sowie zum sprachsensiblen Fachunterricht erwähnt wird. Es kann das Resümee gezogen werden, dass in den Schulbüchern versucht wird, Handlungskompetenzen zu fördern und Operatoren gezielt zu formulieren, es jedoch teilweise große Unterschiede in der tatsächlichen Umsetzung gibt.

10 Ausblick

Abschließend ist festzustellen, dass diese Arbeit eine rein quantitative Analyse darstellt und somit keine Schlüsse auf die Qualität der Aufgabenstellungen gezogen werden können. Dafür müssten im Anschluss qualitative Kriterien erarbeitet werden, die auf den theoretischen Grundlagen der durchgängigen Sprachbildung und des sprachsensiblen Unterrichtes sowie der Kompetenzorientierung basieren, um eine gezielte Aussage darüber treffen zu können, inwiefern Bildungssprache durch die Aufgabenstellungen in den Schulbüchern gefördert wird. Diese Arbeit zeigt lediglich auf, ob die grundsätzlichen Vorgaben bezüglich der Operatoren und Handlungskompetenzen umgesetzt werden, also sprachensible Ansätze in den Schulbüchern vorhanden sind, welche die Vorbereitung von Unterricht erleichtern können und mit denen man sich auch beschäftigen muss, bevor man ein Schulbuch und dessen Aufgabenstellungen im Unterricht einsetzt. Zudem ist es so, dass durch den quantitativen Forschungsansatz der Aspekt der SchülerInnen komplett ausgeklammert wird und deshalb aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit kein Rückschluss darauf gezogen werden kann, wie effektiv die Handlungskompetenzen durch diese Aufgaben gefördert werden. Auch kann kein Schluss darauf gezogen werden, inwiefern sich die Formulierung der Operatoren auf die Kompetenzen der SchülerInnen sowie deren Sprachverwendung auswirken, was ebenfalls gesondert ermittelt werden müsste. Weiters könnte untersucht werden, inwiefern sich die Kombination von mehreren Kategorien sowohl die Formulierung der Operatoren als auch die Handlungskompetenzen betreffend auf die Sprachverwendung und den Spracherwerb der SchülerInnen auswirkt. Es könnte theoretisch sein, dass durch die umfangreichen Aufgabenstellungen, die mehrere Handlungskompetenzen fördern sollen, weniger qualitativer Output möglich ist, da in der Literatur zum sprachsensiblen Fachunterricht weniger Ziele als fördernd betrachtet werden (vgl. Pineker-Fischer 2017). Grundsätzlich müsste bezüglich des Themas Sprache im Fach sehr viel mehr Forschungsarbeit mit SchülerInnen stattfinden, wobei am AECC Biologie derzeit ein Forschungsprojekt im Zuge der Dissertation von Bernhard Müllner läuft, das sich mit sprachsensiblen forschenden Lernen im Fach Biologie beschäftigt.

Auch Peter Lampert forscht in diesem Bereich und fokussiert dabei zudem SchülerInnenvorstellungen und sprachsensiblen Fachunterricht im Zuge des forschenden Lernens, wie auf der Homepage des AECC Biologie nachzulesen ist.

Abschließend steht das Fazit, dass es noch viel Forschungsarbeit benötigt, um LehrerInnen Literatur zur Seite zu stellen, die Konzepte und Materialien beinhaltet, anhand denen sie einen sprachsensiblen Fachunterricht im Fach Biologie planen können. Es gibt viel Literatur zum Thema sprachliche Sensibilität und Sprache im Fach, allerdings wenig konkret auf das Fach Biologie und dessen Schulbücher bezogen. Biologieschulbücher wurden im Gegensatz zu jenen der Chemie und Physik, bis jetzt grundsätzlich wenig beforscht, da speziell zu diesem Thema keine konkrete Literatur gefunden wurde. LehrerInnen würden wahrscheinlich auch Literatur oder Material dazu benötigen, welche sprachlichen Mittel es erfordert, um Aufgabenstellungen lösen zu können. Wobei auch dazu ein eigenes Forschungsprojekt angestellt werden könnte, in dem durch quantitative Fragebögen und qualitative Interviews die Bedürfnisse der BiologielehrerInnen erhoben werden könnten. Ein Konzept bzw. Modell zur Analyse von biologischen Aufgabenstellungen mit einem Blick auf die dazu notwendigen sprachlichen Mittel könnte deshalb von Vorteil sein, weil in den Curricula des Faches Biologie und Umweltkunde bisher kein großer Wert auf die Vermittlung von Bildungs- und Fachsprache sowie deren konkrete Formen gelegt wird und nicht alle Studierenden selbst recherchieren oder eine Sprache als Zweitfach haben, die den Blick auf Sprachmittel schärft.

11 Literaturverzeichnis

Primärliteratur:

Biegl, C.-E. (2019): *Begegnungen mit der Natur 3* (2. Auflage). Wien: ÖBV.

Gazzia, R. & Stoll, F. (2017): *einfach bio 2*. Wien: ÖBV.

Gereben-Krenn, A.; Jaenicke, J. & Jungbauer, W. (2017): *Bio Logisch 2*. Wien: Dorner.

Schermaier, A. & Weisl, H. (2020): *bio@school 1* (2. Auflage). Linz: Veritas.

Sekundärliteratur:

Adamina, M. & Hild, P. (2019): *Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern*. In: Metzger, S. (Hrsg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (3. Auflage). Stuttgart: UTB, S. 119-134.

Ahrenholz, B. (2017): *Sprache in der Wissensvermittlung und Wissensaneignung*. In: Lütke, B., Petersen, I. & Tajmel, T. (Hrsg.): *Fachintegrierte Sprachbildung. Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis*. Berlin/Boston: De Gruyter, S. 1-32.

Baer, M. (2016): *Kompetenzorientierung im Unterricht und modernes Lehr- und Lernverständnis*. In: Naas, M. (Hrsg.): *Kompetenzorientierter Unterricht auf der Sekundarstufe I. Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven*. Bern: hep, S. 28-49.

Beese, M. & Siems, M. (2015): *Fachsprache konkret: Zentrale Elemente von Sprache im textsorten- und operatorenbasierten Unterricht in den Naturwissenschaften*. In: Gürsoy, E. (Hrsg.): *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht*. Stuttgart: Fillibach bei Klett, S. 93-104.

Both, S., Pechstein, O. & Siehr, I. (2013): *Wortschatzarbeit im naturwissenschaftlichen Unterricht – Biologie, Chemie, Physik. Sprachsensibler Fachunterricht Naturwissenschaften*. In: *Sprachsensibler Fachunterricht. Handreichung zur Wortschatzarbeit in den Jahrgangsstufen 5-10 unter besonderer Berücksichtigung der Fachsprache*. LISUM Berlin-Brandenburg, S.237-304. [Online verfügbar: https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/themen/sprachbildung/Durchgaengige_Sprachbildung/Publikationen_sprachbildung/sprachsensibler_fachunterricht/8_Sprachsensibler_Fachunterricht-Naturwissenschaften_01.pdf; zuletzt aufgerufen: 10.01.2021]

Buhlmann, R. & Fearn, A. (2000): *Handbuch des Fachsprachenunterrichts. Unter besonderer Berücksichtigung naturwissenschaftlich-technischer Fachsprachen* (6., überarbeitete und erweiterte Auflage). Tübingen: Narr.

Bundesrecht konsolidiert: *Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen Fassung vom 27.01.2021*: Wien: RIS. [Online verfügbar: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10008568/Lehrplaene%20-%20allgemeinbildende%20hoehere%20schulen%2c%20fassung%20vom%2027.01.2021.pdf>; zuletzt aufgerufen: 27.01.2021]

Cleff, T. (2015): *Deskriptive Statistik und Explorative Datenanalyse. Eine computergestützte Einführung mit Excel, SPSS und STATA* (3., überarbeitete & erweiterte Auflage). Wiesbaden: Springer.

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

Feilke, H. (2019): *Bildungssprache*. München: Ludwig-Maximilians-Universität. [Online verfügbar: https://epub.ub.uni-muenchen.de/61963/1/Feilke_Bildungssprache.pdf; zuletzt aufgerufen: 12.06.2021]

Feilke, H. (2012): *Bildungssprachliche Kompetenzen – fördern und entwickeln*. In: *Praxis Deutsch* (2012) 233. Hannover: Friedrich, S.4-13. [Online verfügbar: <https://www.uni-giessen.de/fbz/fb05/germanistik/absprache/sprachdidaktik/aufsaetzelinks/pdbabildungssprache>; zuletzt aufgerufen: 27.01.2021]

- Fluck, H.R. (1997): *Fachdeutsch in Naturwissenschaft und Technik* (2. neubearbeitete Auflage). Heidelberg: Julius Groos.
- Gogolin, I. (2019): *Durchgängige Sprachbildung*. München: Ludwig-Maximilians-Universität. [Online verfügbar: https://epub.ub.uni-muenchen.de/62290/1/Gogolin_Durchgaengige_Sprachbildung_Stand%208.7.19.pdf; zuletzt aufgerufen: 17.02.2021]
- Gogolin, I. & Duarte, J. (2016): *Bildungssprache*. In: Kilian, J., Brouër, B. & Lüttenberg, D. (Hrsg.): *Handbuch Sprache in der Bildung. Handbücher Sprachwissen*. Bd. 21. Berlin: De Gruyter, 478–499.
- Gogolin, I.; Lange, I.; Hawighorst, B.; Bainski, C.; Heintze, A.; Rutten, S. & Saalman, W. (2011): *Durchgängige Sprachbildung. Qualitätsmerkmale für den Unterricht*. Münster: Waxmann. [Online verfügbar: <https://www.foermig.uni-hamburg.de/pdf-dokumente/openaccess.pdf>; zuletzt aufgerufen: 27.01.2021]
- Handt, C. & Weis, I. (2015): *Sprachförderung im Sachunterricht*. In: Gürsoy, E. (Hrsg.): *Deutsch als Zweitsprache in allen Fächern. Konzepte für Lehrerbildung und Unterricht*. Stuttgart: Fillibach bei Klett, S. 73-92.
- Heusinger, S. (2004): *Die Lexik der deutschen Gegenwartssprache. Eine Einführung*. Paderborn: Wilhelm Fink.
- Hofer, H. (2010): *Forschender und kompetenzorientierter Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern*. Wien: Dorner.
- Jahnke-Klein, S. & Busse, V. (2019): *Sprachsensibel unterrichten in den Naturwissenschaften. Kontextorientierung als Lernhilfe oder zusätzliche Barriere*. In: J. Goschler (Hrsg.): *Sprachsensibler Fachunterricht. Chancen und Herausforderungen aus interdisziplinärer Perspektive*. Wiesbaden: Springer VS, S. 115-140.
- Killermann, W., Hiering, P. & Starosta, B. (2018): *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik*. Donauwörth: Auer.
- Kniffka, G. & Roelcke, T. (2016): *Fachsprachenvermittlung im Unterricht* (1. Auflage). Paderborn: Ferdinand Schöningh.
- Koch, P. & Oesterreicher, W. (2007): *Schriftlichkeit und kommunikative Distanz*. In: *Zeitschrift für Germanistische Linguistik* 2007/3, 35. Berlin / Boston: De Gruyter, S. 346-375.
- Labudde, P. (2019): *Ziele bewusst machen – Kompetenzen fördern*. In: Metzger, S. (Hrsg.): *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (3. Auflage). Stuttgart: UTB, S. 13-28.
- Lange, I. (2020): *Bildungssprache*. In: Gogolin, I., Hansen, A., McMonagle, S. & Rauch, D. (Hrsg.): *Handbuch Mehrsprachigkeit und Bildung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 53-58.
- Lange, I. & Gogolin, I. (2011): *Bildungssprache und Durchgängige Sprachbildung*. In: M. Gomolla (Hrsg.): *Migration und schulischer Wandel: Mehrsprachigkeit*. Wiesbaden: Springer VS, S. 107-127.
- Leisen, J. (2013): *Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. Grundlagenteil*. Stuttgart: Ernst Klett Sprachen.
- Lumer, J. & Winter, K. (2019): *Herausforderung und Chancen einer sprachsensiblen Textarbeit im Biologieunterricht – ein Lehr-Lern-Konzept*. In: G. Putjata (Hrsg.): *Sprachliche Vielfalt im Unterricht*, S. 47-78.
- Michalak, M., Lemke, V. & Goeke, M. (2015): *Sprache im Fachunterricht. Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht*. Tübingen: Narr Francke Attempto.
- Nerdel, C. (2017): *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Niederdorfer, L., Akbulut, M., Schicker, S. & Schmölder-Eibinger, S. (2017): *Prozedurenorientierte Didaktik und Focus on Form (ProFo): Ein integratives Modell zur Förderung literaler Kompetenz in*

sprachlich heterogenen Klassen. In: ÖDaF-Mitteilungen 1/2017, Jg. 33. Göttingen: V&R unipress, S. 125-140.

OEBV (2015): Handlungskompetenzen des Kompetenzmodells Biologie und eine Zuordnung zu den Anforderungsbereichen. [online verfügbar: https://www.oebv.at/system/files/celum/386865_Handlungskompetenzen_Biologie%20Anforderungsbereiche.pdf; zuletzt aufgerufen: 15.02.2021]

OECD (2016): *PISA 2015 Ergebnisse (Band I): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Ohm, U.; Kuhn, C. & Frank, H. (2007): Sprachtraining für Fachunterricht und Beruf. Fachtexte knacken – mit Fachsprache arbeiten. Münster u.a.: Waxmann.

Oleschko, S. & Moraitis, A. (2012): Die Sprache im Schulbuch. Erste Überlegungen zur Entwicklung von Geschichts- und Politikschulbüchern unter Berücksichtigung sprachlicher Besonderheiten. In: *bildungsforschung*. 2012/1, S. 11-46.

Pineker-Fischer, A. (2017): Sprachsensibler Fachunterricht. In: Pineker-Fischer, A.: Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Umgang von Lehrpersonen in soziokulturell heterogenen Klassen mit Bildungssprache. Wiesbaden: Springer VS, S.107-144.

Reichstädter, A. & Müllner, B. (2018): Operatoren in der mündlichen und schriftlichen kompetenzorientierten Reifeprüfung Biologie & Umweltkunde. Wien: AECC Biologie, Universität Wien.

Roelcke, T. (1999): Fachsprachen. Berlin: Erich Schmidt.

Rost-Roth, M. (2017): Lehrprofessionalität (nicht nur) für Deutsch als Zweitsprache – Sprachbezogene und interaktive Kompetenzen für Sprachförderung, Sprachbildung und sprachsensiblen Fachunterricht. In: Lütke, B., Petersen, I. & Tajmel, T. (Hrsg.): *Fachintegrierte Sprachbildung. Forschung, Theoriebildung und Konzepte für die Unterrichtspraxis*. Berlin/Boston: De Gruyter, S. 69-98.

Sandberg, B. (2012): *Wissenschaftlich Arbeiten von Abbildung bis Zitat. Lehr- und Übungsbuch für Bachelor, Master und Promotion*. München: Oldenbourg.

Schmölzer-Eibinger, S. (2013): Sprache als Medium des Lernens im Fach. In: H.J. Vollmer (Hrsg.): *Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen*. Münster u.a.: Waxmann, S. 25-38.

Schmölzer-Eibinger S., Dorner, M., Langer, E. & Helten-Pacher, M-R. (2018): *Sprachförderung im Fachunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Stuttgart: Fillibach bei Klett.

Schmölzer-Eibinger, S., Egger, E. & Dorner, M. (2012): *Sprache in Schulbüchern: Empfehlungen zur Sprachverwendung in Schulbüchern für SchulbuchautorInnen, GutachterInnen und Schulbuchverlage*. Wien: BMUKK. [Online verfügbar: https://eduthek.at/launch?skz=&resource_link=https://share.eduthek.at/lti/delivery/bildungspool/BE6A71740982E/https_pubshop_bmbwf_gv_at_index_php_rex_med-load_rex_media_file_456_sprache_schulbuch_pdf; zuletzt aufgerufen: 27.01.2021]

Schroeter-Brauss, S., Wecker, V. & Henrici, L. (2018): *Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht. Eine Einführung*. Münster: Waxmann.

Seibicke, W. (1981): Fachsprache und Gemeinsprache. In: W. Hahn (Hrsg.): *Fachsprachen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 40-66.

Tajmel, T. (2011): Sprachliche Lernziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Duisburg u. Essen: proDaZ. [Online verfügbar: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/sprachliche_lernziele_tajmel.pdf; zuletzt aufgerufen: 26.01.2021].

Toutenburg, H. & Heumann, C. (2008): *Deskriptive Statistik. Eine Einführung in Methoden und Anwendungen mit R und SPSS (6., aktualisierte & erweiterte Auflage)*. Berlin / Heidelberg: Springer.

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

Zweitsprache (2. Auflage). Tübingen: Narr, S. 107-132. [Online verfügbar: http://www.oesz.at/download/Artikel_Prof.Vollmer.pdf; zuletzt aufgerufen: 27.01.2021]

Vollmer, H.J. & Thürmann, E. (2013): Bildungssprachlicher Referenzrahmen für fachbasierte wie fächerübergreifende Sprachbildung. In: H.J. Vollmer (Hrsg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster u.a.: Waxmann, S. 45-57.

Weirer, W. & Paechter, M. (2019): Grundpfeiler kompetenzorientierter Didaktik. In: W. Weirer (Hrsg.): Kompetenzorientierter Unterricht. Theoretische Grundlagen – erprobte Praxisbeispiele. Opladen/Toronto: Barbara Budrich, S. 19- 41.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Forschungsdesign der vorliegenden Arbeit	63
Abbildung 2: Ergebnisse der Analyse aus bio@school 1 hinsichtlich der Formulierung der Operatoren in absoluten Zahlen	73
Abbildung 3: Prozentuale Ergebnisse der Analyse hinsichtlich der Formulierung der Operatoren aus bio@school 1	74
Abbildung 4: Die absolute Häufigkeit der zugeordneten Handlungskompetenzen und kognitiven Prozesse aus bio@school 1	75
Abbildung 5: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen in bio@school 1	77
Abbildung 6: Absolute und relative Häufigkeiten der Kategorien aus Bio Logisch 2 bzgl. der Formulierung der Operatoren.....	78
Abbildung 7: Kategorisierte Handlungskompetenzen sowie deren Kombinationen in den Aufgabenstellungen von Bio Logisch 2	81
Abbildung 8: Die relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2.....	82
Abbildung 9: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der den Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2 zugeordneten kognitiven Prozesse	83
Abbildung 10: Absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren aus einfach bio 2.....	84
Abbildung 11: Absolute Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2	86
Abbildung 12: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2	87
Abbildung 13: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der den Aufgabenstellungen aus einfach bio 2 zugeordneten kognitiven Prozesse	89
Abbildung 14: Die relative Häufigkeit der Kompetenzbereiche laut einfach bio 2.....	90
Abbildung 15: Die absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren in den Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3	90
Abbildung 16: Die absolute Häufigkeit der den Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3 zugeordneten Handlungskompetenzen	92
Abbildung 17: Die relative Häufigkeit der Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3	93
Abbildung 18: Die absolute und relative Häufigkeit der durch die Aufgabenstellungen in Begegnungen mit der Natur 3 geförderten und geforderten kognitiven Prozesse	95

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Spezifische Sprachmittel im naturwissenschaftlichen Unterricht mit Fokus auf das Unterrichtsfach Biologie (nach Beese & Siems 2015; Drumm 2017; Schroeter-Brauss et al 2018).....	35
Tabelle 2: Kategorien zur Operationalisierung der Fragestellung 1	67

Tabelle 3: Kategorien zur Analyse der Aufgabenstellungen in den Biologieschulbüchern anhand der vorgegebenen Handlungskompetenzen im Lehrplan für das Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde (RIS 2021: 233-235).....	69
Tabelle 4: Tabellarische Übersicht der Ergebnisse aus bio@school 1 bzgl. der Formulierung der Operatoren.....	75
Tabelle 5: Tabellarische Übersicht der absoluten und relativen Häufigkeit der zugeordneten Handlungskompetenzen in bio@school 1	78
Tabelle 6: Die absoluten und relativen Häufigkeiten der laut Schulbuch bio@school 1 ausgewiesenen Kompetenzbereiche	78
Tabelle 7: Tabellarische Übersicht der absoluten und relativen Häufigkeiten bzgl. der Formulierung der Operatoren aus Bio Logisch 2.....	80
Tabelle 8: Absolute und relative Häufigkeiten bzgl. der zugeordneten Handlungskompetenzen aus Bio Logisch 2.....	82
Tabelle 9: Tabellarische Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der geförderten kognitiven Prozesse in den Aufgabenstellungen von Bio Logisch 2	83
Tabelle 10: Absolute und relative Häufigkeit der laut Bio Logisch 2 ausgewiesenen Kompetenzbereiche in tabellarischer Form.....	84
Tabelle 11: Absolute und relative Häufigkeit der zugeordneten Kategorien aus einfach bio 2 bzgl. der Formulierung der Operatoren.....	86
Tabelle 12: Absolute und relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen und deren Kombinationen in einfach bio 2	88
Tabelle 13: Tabellarische Übersicht über die absoluten und relativen Häufigkeiten der für die Aufgabenstellungen aus einfach bio 2 notwendigen kognitiven Prozesse	89
Tabelle 14: Laut einfach bio 2 ausgewiesene Kompetenzbereiche – absolute und relative Häufigkeit	90
Tabelle 15: Absolute und relative Häufigkeit der Kategorien bzgl. der Formulierung der Operatoren aus Begegnungen mit der Natur 3	91
Tabelle 16: Absolute und relative Häufigkeit der einzelnen Handlungskompetenzen sowie deren Kombinationen in Begegnungen mit der Natur 3	95
Tabelle 17: Die absolute und relative Häufigkeit der von den Aufgabenstellungen in Begegnungen mit der Natur 3 geforderten kognitiven Prozesse in tabellarischer Darstellung	96
Tabelle 18: Die absolute und relative Häufigkeit der laut Schulbuch Begegnungen mit der Natur 3 ausgewiesenen Kompetenzbereiche	96
Tabelle 19: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus bio@school 1	123
Tabelle 20: Ergebnissen der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2.....	131
Tabelle 21: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus einfach bio 2	140
Tabelle 22: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3.....	146

14 Anhang

14.1 Abstract

Die Masterarbeit mit dem Titel *Operatoren und Handlungskompetenzen in den Aufgabenstellungen von Biologieschulbüchern der Sekundarstufe I. Eine quantitative Schulbuchanalyse*, ist im Zuge des Masterstudiums Master of Education im Unterrichtsfach Deutsch verfasst worden und wurde von Mgr. Michal Dvorecký, PhD betreut. Der Untersuchungsgegenstand der Arbeit sind die in vier verschiedenen Biologieschulbüchern der Sekundarstufe I enthaltenen Aufgabenstellungen und die Frage, ob diese grundsätzlich im Zuge eines sprachsensiblen sowie kompetenzorientierten Fachunterrichtes verwendet werden können und im Sinne der Handreichung des BMBWF (Schmölzer-Eibinger et al 2012) sowie der Lehrpläne (RIS, 2021) erstellt wurden. Dafür werden im Laufe der Arbeit zwei Fragestellungen erörtert. Zum einen *Inwiefern sind die Operatoren in den Aufgabenstellungen der Schulbücher gezielt formuliert?* und zum anderen *Welche Handlungskompetenzen und die damit verbundenen kognitiven Prozesse werden durch die operatorenbasierten Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Sprachhandlungen gefördert?*. Für die Beantwortung der Fragestellungen wird zunächst ein theoretisches Gerüst geschaffen, das die Theorie zu Bildungssprache, Kompetenzorientierung, Sprachbildung im Fach sowie sprachsensiblen Fachunterricht bezogen auf das Unterrichtsfach Biologie näher beleuchtet, da die Operatoren und Handlungskompetenzen in den Konzepten der Bildungssprache sowie der Kompetenzorientierung als Mittel zur Erreichung bildungssprachlicher Kompetenz Verwendung finden, wobei den Operatoren eine entscheidende Rolle zukommt. Dabei stützt sich die Arbeit unter anderem auf die Ansätze von Gogolin und Duarte (2016), Lange und Gogolin (2011), Drumm (2017), Pineker-Fischer (2017), Feilke (2012), Nerdel (2017) sowie Oleschko und Moraitis (2012). Die zugrundeliegende Methode ist eine quantitative Schulbuchanalyse, die kriteriengeleitet durchgeführt und deren Ergebnisse anhand deskriptiver Statistik nach Cleff (2015) sowie Toutenburg und Heumann (2008) ausgewertet wurden. Die analysierten Schulbücher, *bio@school 1* (Schermaier & Weisl 2020), *Bio Logisch 2* (Gereben-Krenn, Jaenicke & Jungbauer 2017), *einfach bio 2* (Gazzia & Stoll 2017) sowie *Begegnungen mit der Natur 3* (Biegl 2019), sind sämtlich als Neubearbeitung erschienen und laut den Verlagen in das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften eingegliedert. Anhand der Ergebnisse können keine Rückschlüsse auf die Arbeit mit SchülerInnen getroffen werden, aber die

Ergebnisse weisen darauf hin, dass sowohl die Operatoren als auch die Handlungskompetenzen größtenteils laut den Vorgaben eingesetzt und gefördert werden. Trotzdem sind manche Aufgaben als Fragestellung formuliert, sowohl explizit als Fragesatz als auch versteckt durch eine Operator-Fragewort-Kombination. Bezüglich der Handlungskompetenzen dominiert der Bereich Erkenntnisse gewinnen (W), tendenziell werden mit steigender Jahrgangsstufe zunehmend komplexere kognitive Prozesse sowie Handlungskompetenzen gefördert. Bezüglich beider Fragestellungen konnten Unterschiede zwischen den Schulbüchern aufgezeigt werden. Interessant ist zudem, dass häufig verschiedene Kategorien miteinander kombiniert in einer Aufgabenstellung auftreten. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Aufgabenstellungen aus den analysierten Schulbüchern in einem sprachbewussten Fachunterricht unterstützend eingesetzt werden können. Trotzdem müssen sich die Lehrkräfte konkret mit den damit einhergehenden sprachlichen Mitteln und Stolpersteinen auseinandersetzen, da die Aufgabenstellungen kein hinreichendes Merkmal für einen sprachbewussten Fachunterricht darstellen.

14.2 Kategorisierung *bio@school 1*

Aufgabenstellungen	O	HK	kP
[...] Schreibe alle Tierarten, die du entdeckst und kennst, in dein Heft. Kennzeichne jene Tiere, die du nicht kennst, mit einem Pfeil. Bei der gemeinsamen Auflösung mit deiner Lehrerin, deinem Lehrer ergänzt du die fehlenden Namen. (S. 9)	B	W1	R
Ordne die folgenden Lebewesen den richtigen Kästchen und damit den richtigen Tiergruppen in Abb. 11.1. zu. (S. 11)	A	W1	R
Entscheide durch + und -, welche Kennzeichen des Lebens auf welche 'Mäuse' zutreffen. (S. 13)	C	W3	R
Lies die Kapitel 1, 3, 7 und 10 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ä = AE)! (S. 13)	B	W2	R
[...] Ergänze die Artenzahlen der fehlenden Wirbeltierklassen im Balkendiagramm (Abb. 14.6), indem du die entsprechenden Bereiche mit unterschiedlichen Farben (Amphibien - hellgrün, Reptilien - orange, Vögel - violett, Säugetiere - rot) markierst. (S. 14)	A	W3	R
Erstelle einen Steckbrief des Luchses als Tabelle schriftlich im Heft (vgl. Methodenseite 'Steckbrief erstellen', S. 91, 113)! Hier siehst du eine Mustertabelle. Passe die Spaltengröße an die Textmenge und Abbildungsgröße an! Informationen zum Luchs findest du unter den im Gratismaterial angeführten Internetadressen und in Tierbüchern. (S. 17)	B	W3	R
Benenne folgende Teile des menschlichen Körpers beim Buben (links), indem du die Ziffern in die Kreise schreibst: 1 Arme, 2 Beine, 3 Gliedmaßen, 4 Kopf, 5 Rumpf, 6 Bauch, 7 Brust. (S. 18)	B	W1	R
Benenne folgende Körperteile beim Mädchen (rechts), indem du die Ziffern in die Kreise schreibst: 6 Bauch, 7 Brust, 8 Finger, 9 Fuß, 10 Gesicht, 11 Hand, 12 Oberarm, 13 Oberschenkel, 14 Rücken, 15 Unterarm, 16 Unterschenkel, 17 Zehen. (S. 18)	B	W1	R
Benenne zusätzlich mindestens drei weitere Körperteile. (S. 18)	A	W1	R
[...] Beschrifte, was du bei den Bewegungen des Arms an der Vorder- und Rückseite spürst. (S. 23)	C	E1	R
Betrachte die Formen der Oberarmmuskeln in Abb. 23.2 und zeichne die jeweils richtige Stellung des Unterarms ein. Beschrifte Beinbeuger und Beinstrecker. (S. 23)	B	W3	R
Welches Gelenk und welche Knochen sind an der Muskelbewegung beteiligt?	D	W1	R
Beuge und strecke dein Bein. Welche Muskeln sind für das Beugen, welche für das Strecken zuständig? Kennzeichne Beinbeuger und Beinstrecker in Abb. 23.2! (S. 23)	B & D	E1	R
Lies die Kapitel 5, 6, 7, 10, 11 (Seite 22-25) aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ä = AE; Ü = UE)! [...] (S. 26)	B	W2	R
Erstelle eine Tabelle im Heft, in der du folgende Tiere in Nestflüchter und Nesthocker unterteilst: Dachs, Dromedar, Elch, Hund, Katze, Schwein, Rind, Fledermaus, Fuchs, Großer Panda, Hausesele, Rennmaus, Tiger, Wal. Hilfe findest du unter den im Gratismaterial angeführten Internetadressen. (S. 28)	B	W3	R
[...] Erkläre anhand der Versuchsergebnisse, welche Bedeutung das Schwitzen für unseren Körper hat! (S. 29)	C	E5	T
Lies die Kapitel 2, 3, 4 und 5 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz! [...] (S. 33)	B	W2	R
Vergleiche das Gebiss einer Katze mit dem eines Menschen. Achte dabei auf Anzahl, Aussehen und Stellung der Zähne. Ermittle Gemeinsamkeiten und Unterschiede und stelle diese in Form einer Tabelle (vgl. Vorlage) dar. Wie hängt die Nahrung von Katze und Mensch mit der Ausbildung der Gebisse zusammen? (S. 35)	B & D	W3 & W4	R & T
[...] Ordne bei der Zeichenerklärung der einzelnen Zahntypen Schneidezähne, Eckzähne, Backenzähne und Reißzähne zu! (S. 35)	A	W1	R
Ordne die angeführten Tiernamen den Abbildungen richtig zu: Katze 1, Fledermaus 2, Eichhörnchen 3, Pferd 4. (S. 35)	A	W1	R

Ordne die Ernährungsweise der Tiere zu: Fleischfresser A, Insektenfresser B, Pflanzenfresser (Gräser, Blätter) C, Pflanzenfresser (Samen, Nüsse) D. (S. 35)	A	W1	R
Lies Kapitel 1 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: Afteröffnung, Blut, Dünndarm, Magen, Mastdarm, Mineralstoffen, Speichel, Speiseröhre, Vitaminen, Wasser, Zähne. [...] (S. 41)	B	W2	R
Lies die Kapitel 4 und 5 aufmerksam durch! Ordne die aufgelisteten Vorgänge oder Beschreibungen den männlichen bzw. weiblichen Geschlechtsorganen mittels Zahlen richtig zu. Es ist jeweils nur eine Zuordnung möglich. [...] (S. 47)	B	W2	R
Lies die Kapitel 6 und 7 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: Blut, Eileiter, Gebärmutter, Gebärmutter, Menstruation, Monat, Scheide, Tage, Tampons, Wochen. [...] (S. 47)	B	W2	R
Lies das Kapitel 4 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mit folgenden Wörtern: Abwehrstoffe, Fruchtblase, Fruchtwasser, Nabelschnur, Mutterkuchen, Gebärmutter, Nabelschnur, Nachgeburt, Presswehen, Vormilch, Scheide, Wehen. [...] (S. 49)	B	W2	R
Lies Kapitel 4 aufmerksam durch! Erkundige dich bei deiner Mutter über deine Geburt! Stelle z.B. folgende Fragen: [...]. Fasse das Gespräch schriftlich im Heft zusammen! (S. 50)	B	W2	R
Betrachte Abb. 56.1 genau. Vergleiche die Beinskelette. Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten kannst du feststellen? (S. 56)	B & D	W2	R
Ordne mittels Buchstaben die angeführten Situationen den Abbildungen zu! [...] (S. 59)	A	W2	R
Betrachte die abgebildete Grafik. [...] Beantworte dazu folgende Fragen: Welche beiden Haustier-/Heimtierarten sind in Österreich am häufigsten, welche am seltensten? Welche Veränderungen von 2012 bis 2017 kannst du aus der Grafik herauslesen? (S. 61)	B & D	W2	R
Finde die Antworten und fülle die Tabelle aus. Verwende dazu die im Gratismaterial angeführten Internetadressen! [...] (S. 65)	B	W3	R
[...] Lies in Kapitel 4 die Merkmale von Dachs 1, Fischotter 2, und Steinmarder 3 durch. Ordne dann die abgebildeten Pfoten richtig zu. (S.68)	B	W2	R
Erstelle am Computer einen Steckbrief für folgende Marderartige: Baumwilder, Iltis, Hermelin (Großes Wiesel). Verwende dazu die im Gratismaterial angeführten Internetadressen. [...] Verwende dazu das Programm 'Word'. [...] Trage dann die Angaben in die einzelnen Felder ein. (S. 69)	B	W3	R
Lies die Kapitel 3 und 4 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ä = AE)! [...] (S. 73)	B	W2	R
Lies die Kapitel 1, 2 und 3 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: Allesfresser, Bache, Duftstoffen, Frischlinge, Keiler, Kulturfolger, kürzer, länger, Rehbock, Rehgeiß, Rehkitz, Sommer, Streifen, Tupfen, Wiederkäuer, Wühlscheibe. [...] (S. 80)	B	W2	R
Lies die Kapitel 1 bis 4 aufmerksam! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: blind, Flucht-, getarnt, Haken schlagen, Hasenscharte, Nestflüchter, Nesthocker, Pflanzen-, Sasse, seitlich, Stifzähne, vorne. [...] (S. 84)	B	W2	R
Lies die Kapitel 1 bis 5 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz! [...] (S. 89)	B	W2	R
Erstelle einen Steckbrief einer einheimischen Fledermausart! [...] Wähle eine Art aus und erstelle mithilfe der im Gratismaterial angeführten Internetlinks einen Steckbrief (vgl. Methodenseite 'Steckbrief erstellen', S. 91, 113). Der Steckbrief soll folgende Angaben enthalten: [...] (S. 89)	B	W3	R
Betrachte die Abbildung genau und ergänze die unten stehenden Sätze! [...] (S. 92)	B	W2	R
Führe folgendes Experiment durch (Abb. 93.2): [...] Miss im Abstand von 5 min die Temperatur des Wassers und trage die Werte in die Tabelle ein. Erkläre das Ergebnis. (S. 93)	B	E5	T

Betrachte die Angaben in der Tabelle genau! Vergleiche die Masse der Vögel mit der etwa gleich großer Säugetiere. Was fällt dir dabei auf? Gib eine Erklärung. (S. 95)	B & D	W4	T
Erstelle mithilfe der im Gratismaterial angeführten Internetadressen einen Steckbrief für den Weißstorch. Mache dabei folgende Angaben: Größe, Aussehen, Form des Fluges, Stimme, Lebensraum, Nahrung, Vorkommen in Europa, Zuggebiete. (S. 94)	B	W3	R
[...] Verfolge mithilfe der im Gratismaterial angeführten Internetadressen die Zugwege verschiedener Weißstörche. Lege eine Tabelle an, in der du die geografische Lage des Winterquartiers der einzelnen Störche einträgst. Berechne mithilfe des Schulatlas auch die Entfernung in km. (S. 94)	B	W3	R
Untersuche ein Hühnerei! [...] Untersuche die Schale mit der Lupe. Was kannst du erkennen? [...] An einem Ende befindet sich zwischen der inneren und äußeren Schalenhaut eine Luftkammer. Wozu dient sie? [...] Erkläre, was die Keimscheibe ist und wozu sie dient. (S. 99)	B & D	E5	T & P
Erstelle mithilfe der im Gratismaterial angeführten Internetadressen Steckbriefe für folgende Hühnervögel: Perlhuhn, Pfau, Rebhuhn. Die Steckbriefe sollten die gleiche Form haben wie oben im Tierlexikon. Angaben zur Erstellung einer Tabelle findest du auf Seite 15. (S. 101)	A	W3	R
Wähle aus den Abbildungen in Kapitel 4 und 5 einen Singvogel aus, der dir besonders gefällt. Erstelle dann mithilfe der im Gratismaterial angeführten Internetadressen einen Steckbrief (vgl. S. 91, 113) mit folgenden Angaben: Aussehen und Größe (Unterschiede Männchen/Weibchen), Zugvogel (ja/nein), wenn Zugvogel, wo berbringt er den Winter, Nahrung. (S. 104)	B	W3	R
[...] Ordne die abgebildeten Flugbilder folgenden vier Greifvogelarten richtig zu und schreibe die entsprechende Zahl in das Kästchen: [...] Verwende dazu die Bestimmungsbücher der Schulbibliothek und die im Gratismaterial angeführten Internetadressen. Erstelle außerdem einen Steckbrief für den Sperber. (S. 107)	B	W1 & W3	R
Lies die Kapitel 1 bis 4 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ä = AE; Ö = OE)! [...] (S. 107)	B	W2	R
[...] Ordne die folgenden Tiernamen den Zeichnungen richtig zu: [...] (S. 110)	A	W1	R
Betrachte die Abbildung genau und ergänze die unten stehenden Sätze. [...] (S. 114)	B	W2	R
Lies die Kapitel 1 bis 4 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ä = AE)! [...] (S. 116)	B	W2	R
Lies die Kapitel 9 bis 11 aufmerksam durch und löse das folgende Quiz (Ö = OE)! [...] (S. 120)	B	W2	R
Lies die beiden Infotexte zur Ringelnatter und Kreuzotter. Betrachte auch die Abbildungen genau. Vergleiche die Kennzeichen, den Lebensraum, die Verbreitung in Österreich, die Lebensweise und die Fortpflanzung der beiden Schlangenarten. Trage die Ergebnisse in eine Tabelle ein. Wiederhole dazu die Methodenseite 'Vergleichen und Ordnen' (vgl. S. 15). (S. 121)	B	W2 & W3	R
Lies Kapitel 5 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: Blattgrünkörner, Blättern, Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff, Sonnenlicht, Wasser, Zucker. [...] (S. 128)	B	W2	R
Lies die Kapitel 1 und 2 auf Seite 129 aufmerksam durch! Ergänze den Lückentext mithilfe folgender Wörter: Blätter, Fotosynthese, Licht, Nährstoffe, Vorjahr. [...] (S. 131)	B	W2	R
Lies Kapitel 1 auf Seite 132 aufmerksam durch und löse das Quiz (Ä = AE)! [...] (S.137)	B	W2	R
Präpariere ein Kohlgewächs und beantworte die Fragen 1-4! [...] (S. 141)	B	E4 & E5	T & P
Übertrage das Protokoll ins Heft und fülle die Lücken aus: [...] (S. 141)	B	W3	R
[...] Ergänze den Text sinnvoll: [...] (S. 142)	A	W1	R
Was gehört zusammen? Ordne den Vogelarten Schnabel und Nahrungserwerb zu. Schreibe in die entsprechenden Spalten die Ziffern 1 bis	B & D	W3	R

4 (z.B. 1 für den Schnabel und den Nahrungserwerb des Rotkehlchens). (S. 143)			
---	--	--	--

Tabelle 19: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus bio@school 1

14.3 Kategorisierung *Bio Logisch 2*

Aufgabenstellung	O	HK	kP
Fertige ein mikroskopisches Präparat vom Blatt einer Wasserpest an. (S. 6)	A	E4	T
Zähle die Unterschiede zwischen den beiden Zellen auf. (S. 6)	A	W1	R
Nenne Unterschiede zwischen der pflanzlichen Zelle und einem Bakterium. (S. 9)	A	W1	R
Erkläre, welche Bedeutung Bakterien bei der Humusbildung und bei der Selbstreinigung von Gewässern haben. (S. 10)	C	W4	T
Erkläre, weshalb Joghurt haltbarer ist als Frischmilch. (S. 11)	C	W4	T
Erkläre den Begriff Einzeller. Nimm dazu auch die Pinnwand von Seite 15 zu Hilfe. (S. 12)	B	W4	T
Beschreibe den Ablauf der Nahrungsaufnahme einer Amöbe anhand der Abbildung 1B. (S. 12)	A	W2	R
Zeichne die Vermehrung und die Zystenbildung bei Amöben. (S. 12)	A	W3	R
Beschreibe die Fortpflanzung des Pantoffeltierchens mithilfe der Zeichnungen 1 bis 9 am Rand dieser Seite. (S. 13)	A	W2	R
Nenne Merkmale des Augentierchens, die den Pflanzen entsprechen, und Merkmale, die den Tieren entsprechen. (S. 14)	A	W1	R
Beschreibe den Ablauf der Vermehrung mithilfe der Abbildung 2. (S. 14)	A	W2	R
[...] Erkläre die Bedeutung dieses Satzes. (S. 17)	A	W2	R
[...] Skizziere einige Zellen des Zwiebelhäutchens auf ein Blatt Papier. Vergleiche deine Zeichnung mit der Abbildung 5 auf Seite 6 in deinem Schulbuch. (S. 18)	B	W3	R
[...] Ordne die einzelnen Schritte und nummeriere sie richtig. (S. 19)	A	W1	R
[...] Erkläre, wie du feststellen kannst, ob es sich um tierische oder pflanzliche Zellen handelt. (S. 19)	C	W4	T
Beschreibe, welche Bedingungen günstig für Milchsäurebakterien sind, um sich zu vermehren. Nimm dazu die Abbildung zu Hilfe. (S. 19)	A & C	W2	R
[...] Berechne, wie viele Bakterien aus einem einzelnen Bakterium nach fünf Stunden entstanden sind. Kreuze die richtige Antwort an. (S. 19)	A & C	E1	T
[...] Beschreibe, wie sich die Milch in den Gläsern verändert hat. Verkoste dein Joghurt. Beschreibe, wie es schmeckt. (S. 20)	A & C	E1	R
Begründe, weshalb in der biologischen Reinigungsstufe einer Kläranlage menschliche und tierische Abfallstoffe abgebaut werden können, aber keine mineralischen Stoffe. (S. 20)	C	S1	T
[...] Erkläre, warum Klee sich dazu eignet. Benenne den Mineralstoff, der dabei gebunden wird. Begründe, weshalb eine Gründüngung besser ist, als eine Mineraldüngung. (S.20)	A & C	W1 & S2	R & P
Überlege: [...] Begründe, weshalb. (S. 20)	C	S1	T
Begründe, was für die Käseerzeugung wichtiger ist: Bakterien oder Pilze. Begründe deine Antwort. (S. 20)	C	S1	T
[...] Begründe diese verbreitete Meinung. [...] Stelle in einer Tabelle die Beispiele einander gegenüber. (S. 20)	B	W3 & S1	R & P
Erkläre, warum man die Fortpflanzung von Amöben als ungeschlechtlich bezeichnet. (S. 20)	C	W4	T
[...] Überlege wie du das Plastilin umformen musst, um die "Beute" aufzunehmen, und wie, um die Reste wieder auszuscheiden. Führe den Versuch durch und beschreibe ihn. (S. 20)	B & C	E1	T

[...] Erläutere, weshalb diese Aussage so nicht stimmt. (S. 20)	C	S1	T
Erkläre, wie es möglich ist, dass die Amöben ihre Gestalt ändern können. (S. 20)	C	W4	R
[...] Führe diese Untersuchung an mehreren Tagen hintereinander durch. Beschreibe, ob und wie sich die Zusammensetzung der Arten ändert. Nenne - wenn möglich - die Nahrungskette dieser Lebewesen. (S. 21)	A & C	E1	T
Fertige aus dem Heuaufguss von Aufgabe 16 ein Präparat eines Pantoffeltierchens an. Zeichne und beschrifte die Skizze. Zeichne dabei die wichtigsten Teile wie Zellmembran, Zellmund, pulsierende Vakuole, Nahrungsvakuole und Zellkern ein. (S. 21)	B	E1	T
[...] Erkläre, was du daraus schließen kannst. (S. 21)	C	W4	T
[...] Erkläre, was Pantoffeltierchen aufgrund dieser Verhaltensweisen können müssen. (S. 21)	C	W4	T
[...] Erkläre, was du daraus schließt. (S. 21)	C	W4	T
Erkläre, wovon es abhängt, ob sich ein Augentierchen wie eine Pflanze oder wie ein Tier ernährt. (S. 22)	C	W4	T
Erstelle eine Tabelle über die Krankheiten, die durch Einzeller hervorgerufen werden. (S. 22)	A	W3	R
Beschrifte die Skizze einer Schraubenalge. Erkläre die Aufgaben der einzelnen Bestandteile. (S. 22)	B	W4	T
[...] Beschreibe sie in eigenen Worten. (S. 22)	A	W1	R
[...] Fertige davon ein mikroskopisches Präparat an. Schau dir das Präparat mithilfe des Mikroskops an. Zeichne einige Algen in dein Heft. (S. 23)	B	E1	T
[...] Beschreibe, was deine Freundin gegen diese Algen machen kann, ohne die Wasserqualität zum Baden zu verschlechtern. Kreuze die deiner Meinung nach passende Reaktion an. (S. 23)	C	S5	P
Beschreibe die Funktion der drei Körperabschnitte der Insekten. (S. 25)	A	W1	R
Nenne Unterschiede zwischen Insekten und Wirbeltieren. Erstelle eine Tabelle. (S. 25)	B	W3	R
Erkläre den Begriff "vollkommene Verwandlung". (S. 27)	A	W1	R
Beschreibe den Bau und die Funktion der einzelnen Mundwerkzeuge beim Mehlkäfer. (S. 27)	A	W1	R
Vergleiche die Entwicklung von Grünem Heupferd und Mehlkäfer. (S. 29)	A	W1	R
Recherchiere im Internet nach weiteren Wanzen, die im Wasser, auf der Wasseroberfläche und an Land leben. (S. 31)	A	W2	R
Nenne eine weitere Insektengruppe, in der es eine ähnliche Vielfalt an Lebensformen gibt wie bei den Wanzen. (S. 31)	A	W1	R
Fertige eine Tabelle an, in der Wirbeltierauge und Netzauge einander gegenübergestellt werden. (S. 33)	A	W3	R
Beschreibe die Entwicklung des Kleinen Fuchses. (S. 35)	A	W1	R
Ordne in einer Tabelle den auf Seite 36 abgebildeten Tagfalterraupen und den auf Seite 37 abgebildeten nachtaktiven Faltern die entsprechenden Nahrungspflanzen zu. (S. 35)	A	W3	R
Erkläre, weshalb Blütenpflanzen und Insekten einander brauchen. (S. 39)	C	W4	T
Welche Insekten suchen mit welchen Mundwerkzeugen welche Nahrung auf Blüten? Erstelle dazu eine Tabelle. (S. 39)	A & D	W3	R
Erkläre den Begriff "getäuschte Insekten" im Zusammenhang mit der Bestäubung von Blüten. (S. 39)	A	W4	T
Nenne Beispiele für die Arbeitsteilung in einem Bienenstaat. (S. 42)	A	W1	R
Erkläre, welche Informationen beim Schwänzeltanz weitergegeben werden. (S. 42)	C	W1	R
Vergleiche den Bienenstaat mit einem Ameisenstaat. Arbeite dazu mit der Pinnwand auf Seite 44. (S. 42)	B	W2	R
Erkläre, warum Wanzen, Läuse und Flöhe einen flachen Körper haben. (S. 46)	C	W4	T

[...] Erläutere die Unterschiede. (S. 46)	A	W4	R
Ordne die Käfer der Pinnwand von Seite 28 in Schad- und Nutzinsekten für den Menschen. Begründe deine Entscheidungen. (S. 48)	B	S1	P
Betrachte das Bein eines Käfers mithilfe einer Lupe. [...] Zeichne das Käferbein. Nimm die Abbildung 3A auf Seite 25 im Schulbuch zu Hilfe. (S. 48)	B	W2 & E1	R
[...] Erkläre, weshalb. (S. 48)	C	W4	T
Betrachte die Abbildung 1C auf Seite 40. [...] Erkläre, woraus dieses "Höschen" bestehen kann. Sie dir dann das Sammelbein in der Abbildung 1D an. Nenne den Teil des Beines, an dem das "Höschen" haftet. (S. 48)	A & C	W2	R
Kreuze an, welche Angaben zur Entwicklung von Heuschrecken richtig sind. Begründe deine Antwort. (S. 49)	A & C	S1	T
Ordne die jeweilige Ernährungsweise der entsprechenden Wanze zu. Verbinde die zueinander gehörenden Elemente durch farbige Striche. (S. 49)	B	W1	R
Nenne die Insektengruppe, die sich besonders zum Bestäuben von Pflanzen mit einer langen, röhrenförmigen Blüte eignet. Begründe deine Antwort. (S. 49)	B	W1 & S1	R & P
[...] Zeichne für den rechten Bienenstock den Tanz der Biene ein oder beschreibe ihn mit Worten. (S. 49)	A	W3	R
[...] Überlege, was damit gemeint ist. Begründe deine Überlegungen. Recherchiere dazu anschließend im Internet mit den Stichwörtern "Hummeln und Gemüseanbau". Vergleiche deine Überlegungen mit den Informationen, die du im Internet erhältst. Beurteile diese Informationen hinsichtlich des biologischen Gemüseanbaus. (S. 49)	B & C	S2	P
Begründe, ob es aus der Sicht der Natur überhaupt Schadinsekten gibt. (S. 49)	C	S2	P
Ist der Maikäfer ein Schädling oder ein Schützenswertes Tier? Triff deine Entscheidung und begründe sie. (S. 49)	B & D	W4	T
Erkläre, wieso die Kreuzspinne die Hilfsspirale auffrisst. Bedenke, aus welchem Material diese besteht. (S. 51)	C	W4	T
Erkläre den Unterschied des Körperbaus zwischen Spinnen und Insekten. (S. 51)	A	W1	R
Erläutere, weshalb man zwar von einem Skorpion, nicht aber von einer Tarantel gestochen werden kann. Nimm die Seiten 52-54 zu Hilfe. (S. 51)	C	W2	R
[...] Welches Tier ist eine Spinne, welches nicht? Erläutere. (S. 53)	A & D	W4	T
Recherchiere, in welchen Gebieten Mitteleuropas die Dornfingerspinne vorkommt. (S. 54)	C	W2	R
Erläutere den Widerspruch "Die Spinnmilbe ist keine Spinne." Nimm dazu die Pinnwand auf Seite 53 zu Hilfe. (S. 57)	B	W2	R
[...] Erkläre diese Aussage. (S. 57)	A	W4	R
Beschreibe, wie eine Zecke ein Säugetier zum Blutsaugen findet. (S. 57)	C	W1	R
[...] Beschreibe diesen Vorgang anhand der Abbildung auf dieser Seite. (S. 58)	A	W2	R
Nenne die gemeinsamen Merkmale der Krebstiere. Nimm dazu auch die Pinnwand von Seite 59 zu Hilfe. (S. 58)	B	W1 & W2	R
Begründe, weshalb Wasserfloh und Hüpfertling auch zu den Krebstieren gehören. Nimm die Pinnwand von Seite 59 zu Hilfe. (S. 58)	A & C	W2	R
Nenne Gründe dafür, warum sich Kellerasseln tagsüber in dunklen, feuchten Räumen verstecken. (S. 60)	C	W1	R
Vergleiche die auf der Pinnwand von Seite 61 beschriebenen Asseln. Zähle Unterschiede auf. (S. 60)	B	W2	R

Finde zwischen den auf der Pinnwand von Seite 59 abgebildeten Krebstieren und den Asseln Gemeinsamkeiten. Erkläre, woran man erkennt, dass auch Asseln Krebstiere sind. (S. 60)	A & C	W2	R
Begründe, weshalb Rollasseln und Wüstenasseln auch an trockenen Standorten überleben können. (S. 60)	A	W4	R
Nenne zu den Ziffern 1 bis 10 der Abbildung 2 die richtigen Begriffe. (S. 63)	A	W1	R
Erläutere, weshalb Regenwürmer den Boden verbessern. Nimm die Pinnwand von Seite 65 zu Hilfe. (S. 63)	C	W2	R
Erkläre die Fortpflanzung bei Regenwürmern. (S. 63)	A	W1	R
[...] Erkläre, wie das zusammenpasst. (S. 66)	C	W4	T
Betrachte Muschelschalen aus der Schulsammlung. Unterscheide Vorder- und Hinterende, Rücken- und Bauchseite. Betrachte die Außen- und Innenseite. Beschreibe, wie ihre Oberflächen aussehen. Vergleiche mit Abbildung 1A. (S. 68)	B	E1	R
Nenne die Unterschiede zwischen Schnecken und Muscheln. (S. 69)	A	W1	R
Erstelle eine Tabelle, in der du die Merkmale einer Radnetzspinne jenen eines Insekts gegenüberstellst. (S. 70)	B	W3	R
Nenne einen künstlich hergestellten Stoff, für den die Spinnenseide das Vorbild war. [...] (S. 70)	A	W1	R
Löse die Aufgabenstellung "Balz der Kreuzspinne" auf Seite 52 im Schulbuch. Erkläre, weshalb Spinnen ein so kompliziertes Balzverhalten haben. (S. 70)	A & C	W4	R
Erkläre, warum man Spinnennetze nicht zerstören soll. (S. 70)	C	S5	P
Beschreibe das Fangverhalten einer Kreuzspinne, einer Baldachinspinne, einer Trichterspinne, einer Springspinne, einer Wolfsspinne und einer Krabbspinne. Leite aus dem jeweiligen Fangverhalten ihr Vorkommen in den entsprechenden Lebensräumen ab. (S. 70)	B	W1 & W4	R & T
[...] Nenne den Unterschied zwischen diesen beiden Abbildungen. Begründe den Unterschied. (S. 71)	B	W1 & S1	R & P
Kreuze an, wer nicht in diese Reihe passt: Zecke, Hausstaubmilbe, Hornmilbe, Krätzmilbe. Begründe deine Entscheidung. (S. 71)	A & C	W1 & S1	R & P
[...] Recherchiere darüber im Internet. Achte dabei auf die Bekämpfungsmöglichkeiten. (S. 71)	B	W2	R
Beschreibe die Art der Brutpflege beim Flusskrebs, beim Wasserfloh und bei der Kellerassel. Nenne die Unterschiede und schließe daraus auf ihren Lebensraum und ihre Lebensweise. (S. 71)	B	W4	T
Begründe die Aussage "Kellerasseln sind für den Menschen nützlich". (S. 71)	A	S3	P
Nenne die Merkmale, die den Regenwurm zu einem perfekten Bewohner des Lebensraumes Boden machen. Begründe, warum. (S. 71)	A & C	W1 & S1	R & P
Besorge dir eine Hain-Bänderschnecke (siehe Seite 69) und führe an ihr ein paar Versuche durch. Setze das Tier nach deinen Untersuchungen wieder unbeschadet in ihren [sic] Lebensraum zurück. [...] (S. 71)	B	E4	T
Beschreibe, woraus und wie ein Schneckengehäuse gebildet wird. (S. 71)	C	W1	R
[...] Erkläre, warum. (S. 71)	C	W4	T
Erkläre mithilfe der Abbildungen 2A bis C die Begriffe Biotop, Lebensgemeinschaft und Ökosystem. (S. 73)	A	W2	R
Nenne jeweils zwei Beispiele für natürliche und künstliche Ökosysteme. (S. 73)	A	W1	R
Ordne folgende Umweltfaktoren die auf eine Waldmaus wirken, in unbelebte und belebte Faktoren: Licht, Boden, Wurzeln, Beeren, Temperatur, Fuchs, andere Waldmäuse und Eule. (S. 73)	A	W3	R
Nenne Ansprüche der Rotbuche an ihren Lebensraum. (S. 75)	A	W1	R
Zähle Bedingungen auf, mit denen Bäume im Hochgebirge zurechtkommen müssen. (S. 75)	A	W1	R

Nenne für folgende Baumarten jeweils zwei Typische Lebensbedingungen: Weide, Birke, Berg-Ulme, Fichte und Latsche. (S. 75)	A	W1	R
Nenne außer dem Hochgebirge und den polaren Regionen weitere Ökosysteme der Welt, in denen keine Wälder und Bäume vorkommen. Begründe, warum dort keine Bäume wachsen können. Nimm dazu deinen Atlas zu Hilfe - vor allem die Vegetationskarte von Afrika kann dir helfen. (S. 77)	A	W1 & W2 & S1	R & P
Erkläre, wie die Waldgrenze festgelegt wird. (S. 77)	C	W1	R
Nenne je zwei Pflanzenarten, die in der Moos-, Kraut-, Strauch- und Baumschicht vorkommen. (S. 78)	A	W1	R
[...] Erkläre, warum. (S. 78)	C	W4	T
Nenne Tiere, für die Urwaldreste in der heutigen Landschaft von besonderer Bedeutung sind. Denke dabei auch an Faktoren wie vorhandenes Totholz, keine Jagd durch den Menschen und kaum Störungen durch den Menschen. (S. 79)	B	W1	T
[...] Recherchiere im Internet, was das Besondere an diesen Gebieten ist. (S. 79)	C	W2	R
Startet mit euren Lehrerinnen und Lehrern in eurem Schulgarten ein Projekt, um Holzbewohner anzusiedeln. Lasst heruntergefallene Äste liegen[...] (S. 80)	B	E1	T
Recherchiere im Internet: Warum ist Totholz in den Wäldern wichtig. (S. 80)	A & D	W2	R
Zähle Möglichkeiten auf, wie man die Wälder schützen kann. (S. 81)	C	W1	R
Ordne den Pflanzenbeschreibungen A bis F die entsprechenden Abbildungen zu. (S. 82)	A	W1	R
Sammele Bilder von verschiedenen Pflanzen, die in der Strauchschicht vorkommen. Gestalte damit eine eigene Pinnwand. (S. 82)	B	W3	R
Betrachte die Abbildungen vom Wald-Sauerklee. Erkläre die unterschiedlichen Blattstellungen. (S. 83)	B	W1 & W2	R
Nenne Sporenpflanzen der Mooschicht und der Krautschicht. (S. 83)	A	W1	R
Erstelle einen Steckbrief der Rotbuche. Verwende als Vorlage die Steckbriefe der Laubbäume auf S. 86/87. (S. 84)	A	W3	R
Beschreibe die Entwicklung einer Rotbuche mithilfe der Abbildung 1C. (S. 84)	A	W2	R
Beschreibe die Entwicklung einer Rot-Föhre mithilfe der Abbildung 1C. (S. 85)	A	W2	R
Vergleiche die Samenanlagen der Bedeckt- und der Nacktsamer. (S. 85)	A	W4	T
Beschreibe die Entwicklung eines Wurmfarms mit eigenen Worten. Benutze dazu die Abbildung 2. (S. 88)	B	W2	R
Nenne die Farne, die auf trockenen Standorten vorkommen, und jene, die auf feuchten vorkommen. (S. 89)	A	W1	R
[...] Berechne den Anteil des gespeicherten Wassers am Gesamtgewicht. (S. 91)	A	E1	T
Nenne Unterschiede im Generationswechsel von Haarmützenmoss und Wurmfarne. (S. 91)	A	W1	R
Nenne die Moose, die auf trockenen Standorten vorkommen, und jene, die auf feuchten vorkommen. (S. 92)	A	W1	R
Beschreibe den Aufbau eines Hutpilzes mithilfe der Abbildung 1. (S. 93)	A	W2	R
Erläutere die Symbiose zwischen Maronenröhrling und Rot-Föhre mithilfe der Abbildung 1. (S. 93)	A	W2	R
[...] Begründe, warum. (S. 94)	C	S1	P
Beurteile, ob es mehr giftige Blätter- oder mehr giftige Röhrenpilze gibt. (S. 96)	C	W4	T
Nenne Gründe dafür, weshalb Flechten als Pionierpflanzen bezeichnet werden. (S. 97)	C	W1	R
[...] Erkläre, warum. (S. 99)	C	W4	T

[...] Erkläre solche Anpassungen an einem selbst gewählten Beispiel. (S. 99)	A	W4	T
[...] Benenne und beschreibe das jeweilige Verhalten. (S. 99)	A	W1	R
Beschreibe die Humusbildung in einem Mischwald mithilfe der Abbildung 1. (S. 100)	A	W2	R
[...] Begründe diese Aussage. (S. 100)	A	W4	T
Zeichne mit folgenden Pflanzen und Tieren ein Nahrungsnetz auf: Eichel, Sperber, Eichhörnchen, Baumratter, Buntspecht, Borkenkäfer, Fichte, Waldkauz, Kohlmeise, Fichtenspanner, Eichenblatt und Eichenwicklerraupe. (S. 103)	A	W3	R
Ordne den in Aufgabe 1 genannten Pflanzen und Tieren die Begriffe Produzent, Konsument 1. Ordnung, Konsument 2. Ordnung und Endkonsument zu. (S. 103)	A	W1	R
Erläutere die dargestellte Nahrungspyramide in Abbildung 1. (S. 103)	A	W4	T
Beschreibe den Energiefluss im Wald mithilfe der Abbildung 2. (S. 103)	A	W2	R
Beschreibe den Stoffkreislauf im Wald mithilfe der Abbildung 1 (S. 104)	A	W2	R
Beschreibe mithilfe der Abbildung 1 unterschiedliche Leistungen des Waldes. (S. 104)	A	W2	R
Überlege, welche Gefahrenquellen es für den Wald gibt. (S. 105)	C	W1	R
Überlege dir, was jeder und jede von euch zum Schutz der Artenvielfalt beitragen kann. (S. 107)	C	S5	P
Überlegt euch in der Klasse, was ihr gemeinsam zum Schutz von Tieren und Pflanzen in eurer Umgebung tun könnt. (S. 107)	C	S5	P
Suche im Atlas den höchsten und den niedrigsten Punkt in Österreich. Nenne einige unbelebte Faktoren, in denen sich diese beiden Punkte wesentlich voneinander unterscheiden. (S. 107)	B	W1 & W2	R
Recherchiere in einem Pflanzenbestimmungsbuch oder im Internet für den Bärlauch und die Wald-Erdbeere die Bedingungen, die diese an die Umweltfaktoren Boden, Licht und Temperatur stellen. (S. 108)	A	W2	R
Erkläre, ob der Stockwerkbau in einem Mischwald und in einem Nadelwald gleich ist. Begründe deine Antwort. (S. 108)	A & C	W4 & S1	T
Beobachte an einem sonnigen Tag die Insekten und Spinnen auf den Blüten der Sträucher in einer Hecke oder am Waldrand. [...] Beschreibe, was diese Tiere machen: ruhen, fressen, nisten etc. [...] Bestimme die Tiere. (S. 108)	B & C	E1	T
Ordne die passenden Symbole der unbelebten Faktoren Temperatur, Bodenfeuchte und Seehöhe den verschiedenen Waldgesellschaften zu: Erlenbuchenwald, Eichen-Hainbuchenwald, Rot-Föhrenwald, Rotbuchenwald, Fichtenwald und Latschenbewuchs. Nimm dabei die Seiten 74/75 zu Hilfe. (S. 109)	A	W2	R
Bau dir deinen eigenen Wald: Forme aus Plastilin Laubbäume, Nadelbäume und Sträucher. Bilde damit einen Laubwald, einen Laubmischwald und einen Nadelwald. [...] (S. 109)	B	E1	T
[...] Recherchiere im Internet, wie groß die Flächen sein müssen, damit diese Tiere dort dauerhaft leben können. Liste die Argumente beider Parteien auf und bilde dir selbst ein Urteil. (S. 109)	A & C	W2 & S2	R & P
[...] Miss diesen Abstand mit einem Maßband oder mit Schritten ab. (S. 109)	A	E1	R
[...] Sammle Blätter von verschiedenen Bäumen und Sträuchern. [...] Beschrifte das Blatt mit dem Artnamen, dem Fundort und dem Funddatum. [...] (S. 109)	B	E1	T
Vergleiche den Generationswechsel von Farnen und Moosen. Beschreibe, welcher Teil des jeweiligen Generationswechsels Wasser braucht. Leite daraus ab, ob Moose oder Farne besser an das Landleben angepasst sind. (S. 110)	A & C	S1	P
Begründe, weshalb Moose und Farne vor allem an feuchten Stellen wachsen. (S. 110)	C	W4	T

[...] Fertige mit dem grünen "Vorkeimbelag" ein Präparat an, schau es dir mithilfe einer Stereolupe an und skizziere den Vorkeim. (S. 110)	B	E1	T
Begründe, weshalb vor allem für Bäume an trockenen Standorten eine Symbiose mit Pilzen wichtig ist. (S. 110)	C	S1	T
Ergänze das Foto eines Flechtenquerschnitts durch eine Skizze. Beschrifte sie. (S. 110)	B	W3	R
[...] Nenne die Aufgaben, die die grünen Algen erfüllen, und die Aufgaben, die der Pilz erfüllt. (S. 110)	A	W1	R
Überlege, was folgende Lebewesen brauchen, um überleben zu können: Eiche, Reh, Pilze, Hase, Fichte, und Bakterien. Wähle aus folgenden Begriffen aus: Sauerstoff, Nahrung, Kohlenstoffdioxid, Sonnenlicht, Mineralstoffe und Wasser. Verbinde die Lebewesen und die Begriffe. (S. 110)	C	W1	R
Erkläre, wie sich die ökologischen Nischen von Kohlmeisen und Blaumeisen, von Sperber und Bussard, von Uhu und Habicht unterscheiden. Denke dabei an die Orte und die Zeiten der Nahrungssuche und an die Größe der Beute. (S. 111)	C	W4	T
Erkläre den Begriff Nahrungspyramide. (S. 111)	A	W1	R
[...] Nenne Gründe, die zu einer Massenvermehrung führen können. (S. 111)	A	W1	R
[...] Erkläre diesen scheinbaren Widerspruch. (S. 111)	A	W4	T
[...] Untersuche Fichten danach und stelle eine Diagnose über den Zustand des Waldes. (S. 111)	A	E1 & E5	T & P
Begründe, warum es in höheren Lagen länger dauert, bis Holz abgebaut ist. (S. 111)	C	S1	P
Erkläre, welche Tätigkeiten des Menschen die Artenvielfalt verringern. (S. 111)	C	S4	P
[...] Stellt Argumente für beide Seiten zusammen oder spielt ein Rollenspiel in der Klasse, in dem die Argumente vorgebracht werden. (S. 111)	A	S2	P
[...] Erstellt Regeln für euer Verhalten im Wald. (S. 111)	A	S5	P
Begründe, warum ein artenreicher Mischwald widerstandsfähiger gegen Sturm und Schädlinge ist als beispielsweise ein Fichtenforst. (S. 111)	C	S1	T
Nenne die Gründe dafür, weshalb bestimmte Pflanzen zu einer Pflanzenzone zusammengefasst werden. (S. 113)	C	W1	R
Beschreibe, wie die Pflanzen der Tauchblattzone an das Leben unter Wasser angepasst sind. (S. 113)	C	W1	R
Erläutere, wie Froschlöffel, Seerose und Wasser-Hahnenfuß an ihre Umweltbedingungen angepasst sind. (S. 114)	C	W4	T
Vergleiche die Blattoberflächen von Land- und Schwimmblättern des Wasser-Knöterichs. Beachte die Lage der Spaltöffnungen und begründe diese. (S. 114)	B	E1 & E5	T & P
Begründe, warum viele Vogelarten auf engem Raum zusammenleben können. (S. 116)	C	S1	P
Du kennst bereits einen anderen Lebensraum mit Nahrungs- und Brutnischen. Berichte. (S. 116)	A	(W 1)	R
Beschreibe, welche Aufgabe das Schilf beim Nisten der Wasservögel hat. (S. 117)	C	W1	R
Erkläre, in welcher Jahreszeit die Uferzonen von Menschen gemieden werden sollten. Begründe, warum. (S. 117)	C	S1	T
Zähle Ansprüche auf, die ein Haubentaucher an seinen Brutplatz hat. (S. 117)	A	W1	R
Erkläre, warum der Taumelkäfer geteilte Augen hat. (S. 119)	C	W1	R
Beschreibe, wozu der Große Kolbenwasserkäfer seine Antennen braucht. (S. 119)	C	W1	R
Beschreibe, wie die Larven von Kleinlibellen atmen. (S. 119)	C	W1	R
[...] Erkläre, welchen Vorteil das hat. (S. 119)	C	W4	T

Beschreibe mithilfe der Abbildung 5 die Entwicklung von Libelle und Stechmücke. (S. 119)	A	W2	R
Erläutere, wie eine Nahrungskette im See aufgebaut ist. Vergleiche sie mit einer Nahrungskette im Wald. (S. 121)	C	W4	T
[...] Begründe diese Aussage. (S. 121)	A	S1	T
Suche aus der Abbildung des Nahrungsnetzes auf Seite 120 mehrere Nahrungsketten heraus und schreibe sie auf. (S. 121)	A	W2	R
Erkläre, welche Aufgaben die Zersetzer im Stoffkreislauf erfüllen. (S. 121)	C	W1	R
Recherchiere im Internet nach weiteren Beispielen aus dem Bereich der Politik. (S. 122)	A	W2	R
Beschreibe, wie sich starker Tourismus auf einen See auswirken kann. (S. 125)	C	W1	R
Beschreibe, wie sich der Zustand eines durch Tourismus und durch Überdüngung belasteten Sees verbessern kann. (S. 125)	C	W4	T
Betrachte den Plan. Nenne die Ziele, die verwirklicht werden sollen. (S. 127)	B	W2	R
Nenne Konflikte, zu denen dieser Plan führen kann. (S. 127)	A	W1	R
Entwirf einen Plan nach deinen Vorstellungen. (S. 127)	A	S5	P
Führt in der Klasse eine Bürgerversammlung als Rollenspiel durch. Bildet Gruppen, die die Meinungen der genannten Interessensgruppen vertreten. Jeweils eine/r aus der Gruppe diskutiert im Rollenspiel. (S. 127)	B	S2	P
Erkläre, weshalb in Abbildung 2 auf Güteklasse I die Güteklasse IV folgt. Beschreibe, was hier eingeleitet wurde. (S. 129)	C	W2	R
Beschreibe die Trinkwassergewinnung anhand der Abbildung 1. (S. 131)	A	W2	R
Nenne Gefahren für das Grundwasser. (S. 131)	A	W1	R
Begründe, weshalb das Schilf mit dem Rohrkolben konkurriert, nicht aber mit der Seerose. Nenne Konkurrenten der Wasserpest und begründe deine Antwort. (S. 132)	B & C	S1	P
[...] Erkläre das anhand des Stängelaubaus. (S. 132)	A	W4	T
[...] Beschreibe deine Beobachtungen. [...] Stelle einen Zusammenhang zwischen deinen Beobachtungen und dem inneren Aufbau der jeweiligen Pflanze her. (S. 132)	B	E1 & E5	T
Besuche einen Weiher oder einen Teich in deiner Umgebung. Versuche dort die einzelnen Pflanzenzonen wiederzufinden. Skizziere die Form des Gewässers auf einem Blatt Papier. Zeichne die einzelnen Zonen, soweit du sie erkennen kannst, ein. Bestimme die am häufigsten vorkommenden Pflanzen. Trage sie mittels eines Symbols in die Zonen ein. (S. 132)	B	E1	T
Erkläre mithilfe der Abbildung, warum Haubentaucher, Stockente und Graureiher keine Nahrungskonkurrenten sind. (S. 133)	C	W4	T
[...] Ordne folgende Insekten den verschiedenen Anpassungen zu: Büschelmückenlarve, Eintagsfliegenlarve, Gelbrandkäfer, Großlibellenlarve, Schwebfliegenlarve, Steinfliegenlarve und Wasserskorpion. Anpassungen: Schnorchel, Tracheenkiemen, Darmkiemen, Atemöffnungen am Rücken, Hautatmung. Recherchiere dazu im Internet oder in einem Bestimmungsbuch über Wasserinsekten. (S. 133)	A	W1	R
Begründe anhand der Atmung, weshalb Gelsenlarven und Kleinlibellenlarven nicht im selben Bereich des Gewässers vorkommen. Erkläre das auch anhand der Ernährung und der Räuber-Beute-Beziehung. (S. 133)	C	S1	T
[...] Begründe, weshalb das eine Möglichkeit der Mückenbekämpfung ist. (S. 133)	C	S1	P
[...] Überlege, welche das sein könnten. Bewerte schließlich die Vorteile und Nachteile dieser Art der Bekämpfung. (S. 133)	A & C	S2	P
Beschreibe die Anpassung folgender Insekten an das Leben im Wasser: Taumelkäfer, Großer Kolbenwasserkäfer, Stechmücken, Libellen. Notiere dazu eine Tabelle mit den Punkten: Atmung, Ernährung, Fortbewegung. (S. 133)	A	W1	R

Beobachte einen Wasserkäfer beim Laufen. [...] Erläutere, mit welchem Teil der Beine das Tier das Wasser berührt und wie es läuft. Du kannst den Wasserläufer auch im Internet auf YouTube beobachten. (S. 133)	B	E1	T
[...] Begründe, warum [...]. (S. 133)	C	S1	T
[...] Erkläre, was passiert ist. (S. 133)	C	W4	T
[...] Nenn "das Lebewesen", das als erstes loslassen muss, damit zuerst die Nahrungskette und später das ganze Nahrungsnetz zusammenbricht. Hilfe dafür bietet die Abbildung 1 auf S. 120. (S. 134)	A	E4 & E5	T
[...] Beobachte in den folgenden Wochen die Veränderungen. Achte auf das Algenwachstum. Zieh daraus deine Schlussfolgerungen. Übertrage die Veränderungen in ein Zeitdiagramm. [...] (S. 134)	B	E4	T
[...] Erkläre, warum. (S. 134)	C	W4	T
[...] Erkläre, was passiert ist. Bringe diese Beobachtung mit dem Satz "Ein See kippt um" in Verbindung. (S. 134)	A & C	W4	T
[...] Recherchiere, wie hoch der tägliche Wasserverbrauch eines Österreicherers oder einer Österreicherin, eines Europäers oder einer Europäerin und eines US-Bürgers oder einer US-Bürgerin ist. Berechne jeweils, wie viele Tage eine Afrikanerin oder ein Afrikaner mit der jeweiligen Wassermenge auskommen könnte. (S. 134)	C	W2 & E5	R & T
[...] Vergleiche diesen Versuch mit dem Kreislauf des Wassers. Beschreibe, wem der Kochtopf, die Herdplatte, der Deckel und der Teller im Wasserkreislauf entspricht [sic]. (S. 134)	A & C	E5	T
[...] Lies aus dem Diagramm Informationen über Ober-, Mittel- und Unterlauf eines Fließgewässers heraus. (S. 134)	A	W2	R
Nenne die Namen der vier Fischregionen. Beginne im Oberlauf. Nenne auch die charakteristischen Merkmale der Regionen. (S. 134)	B	W1	R
[...] Beschreibe, wie sich die einzelnen Teile beim Absinken im Wasser verteilen. Fertige eine Skizze davon an. Bringe diese Beobachtung in Zusammenhang mit der Verteilung der Sedimente in einem Fließgewässer vom Oberlauf bis zum Unterlauf. (S. 135)	B & C	W2 & W4	R & T
[...] Nenne die Güteklassen des Wassers, in denen die folgenden Tiere vorkommen: [Abbildungen] (S. 135)	A	W1	R
[...] Kreuze an. Suche nach der schönsten Stelle am Bach oder Fluss. Begründe deine Entscheidung. Vielleicht kannst du eine Skizze oder ein Foto deines Lieblingsplatzes machen. (S. 135)	B	E1 & E5	T & P

Tabelle 20: Ergebnissen der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus Bio Logisch 2

14.4 Kategorisierung einfach bio 2

Aufgabenstellung	O	HK	kP
Betrachte das Bild und kreuze die richtige Antwort an. [...] (S. 6)	B	W2	R
Erstelle mit einer Partnerin oder einem Partner ein Rindenbild. [...] (S. 7)	A	W2	R
Beschrifte die Skizze mit den richtigen Begriffen aus dem Kasten. Bemale die Schichten des Baumstammes in den angegebenen Farben. [...] (S. 7)	B	W2	R
Rotbuche, Hainbuche oder Stiel-Eiche? Beschrifte die Blätter. (S. 8)	A & D	W1	R
Rotbuche, Hainbuche oder Stiel-Eiche? Kreuze richtig an. (S. 9)	A & D	W1	R
Erkundige dich bei einer Tischlerin oder einem Tischler, für welche Möbel das Holz von Rotbuche, Hainbuche und Stiel-Eiche verwendet wird. Lege in deinem Biologie-Heft eine Tabelle an. (S. 9)	B	W2 & W3	R
Hier siehst du verschiedene Blätter. Finde die Namen der dazugehörigen Laubbäume. Der Text auf Seite 10 hilft dir dabei. (S. 11)	A	W2	R
Laubbäume erraten: Spielt das folgende Spiel. Deine Partnerin oder dein Partner soll sich die Laubbäume aus A1 mit ihren Merkmalen gut einprägen. Beschreibe ihr oder ihm dann ienen der Laubbäume anhand der Blattformen (B1, B2) und Blattränder (B3) - sei dabei so genau wie möglich.	B	W1	R

Deine Partner/in dein Partner versucht aufgrund deiner Schilderungen den Baum richtig zu bestimmen (natürlich mit geschlossenem Buch). Tauscht eure Rollen. Am Schluss gewinnt, wer zuerst 3 Laubbäume erraten konnte. (S. 11)			
Ordne den Bildern die richtigen Sätze zu. (S. 12)	A	W1	R
[...] Sammle Blätter, die schon ihre herbstlichen Farben zeigen. [...] Bestimme die Blätter (Internet, Bestimmungsbuch). Notiere dir alle wichtigen Daten (Name des Baumes, Fundort, Datum). [...] Beschrifte die Blätter oder erstelle ein Etikett mit dem Computer. [...] Gestalte ein Titelblatt und ein Inhaltsverzeichnis. [...]. (S. 13)	B	W3 & E1	T
Betrachte B6. Die Blätter welcher drei Laubbäume kannst du erkennen?	A & D	W2	T
Vervollständige die Bildunterschriften mit den richtigen Begriffen. (S. 14)	A	W1	R
[...] Um das Alter einer Fichte herauszufinden, musst du also nur Kreise zählen. Wie alt ist die Fichte in B4? Suche Fichten oder andere Nadelbäume und versuche ihr ungefähres Alter zu bestimmen. (S. 15)	B & D	W1	R
Schreibe die passenden Überschriften aus dem Kasten über die Textblöcke. (S. 15)	A	W1	R
Ergänze die Bildtexte mit den Namen der Nadelbäume. (S. 16)	A	W1	R
Ordne die Wortgruppen richtig zu. (S. 17)	A	W1	R
Vergleiche Fichte und Tanne und stelle die Unterschiede in deinem Biologie-Heft in einer Tabelle dar (Krone, Borke, Nadeln, Zapfen, Wurzelsystem). (S. 17)	B	W3	R
Beschrifte die Bilder mit den Wörtern aus dem Kasten. (S. 18)	A	W1	R
Betrachte die Grafik und lies die Aussagen in der Tabelle rechts. Welche davon sind wahr, welche falsch? Kreuze an. (S. 19)	B & D	W2	R
Betrachte das Balkendiagramm und erstelle daraus ein Kreisdiagramm. (S. 19)	B	W2 & W3	R
Vervollständige die Namen der abgebildeten Laub- und Nadelbäume. (S. 20)	A	W1	R
Laubbäume oder Nadelbäume? Ordne die Sätze richtig zu. Notiere L für Laubbäume und N für Nadelbäume.	B & D	W1	R
Lies den Text über die Eibe. Finde dann passende Überschriften und schreibe sie auf die entsprechenden Zeilen. (S. 21)	B	W2	R
Sal-Weide, Hasel oder Schwarzer Holunder? Schreibe den Namen des richtigen Strauchs in die Lücke. (S. 22)	A & D	W1	R
[...] Ordne die Texte den richtigen Bildern zu und beschrifte die Bilder. (S. 23)	B	W2	R
Erstelle einen Steckbrief zu einem der Sträucher aus A2. Folgende Informationen können enthalten sein: Vorkommen - Blätter, Blüten und Blütezeit - Früchte und Reifezeit - Sonstiges. (S. 23)	A	W3	R
Lies die Namen der abgebildeten Pilze von hinten nach vorne. Ordne sie dann der richtigen Pilzgruppe zu. (S. 24)	B	W2	R
Beschrifte die Abbildung mit den Wörtern aus dem Kasten. (S. 25)	A	W2	R
Ein Sporenbild. [...] Schneide den Stil dicht unterhalb des Hutes ab. Lege den Hut, mit den Lamellen nach unten, zur Hälfte auf das weiße und zur Hälfte auf das schwarze Papier. [...] Stülpe einen Becher (oder Kübel) über den Pilz und warte einen Tag. Hebe den Hut vorsichtig vom Papier ab. Was ist passiert? Was kannst du sehen? Fixiere den Abdruck mit Haarspray. [...] (S. 25)	B & D	E1	R
Wie leben die abgebildeten Pilze? Als Zersetzer, Schmarotzer oder Symbiont? (S. 26)	D	W1	R
Verbinde die zusammengehörenden Satzteile. (S. 27)	A	W1	R
Erstelle zu einem dieser Pilze ein Kurzreferat. Folgende Informationen sollten enthalten sein: Merkmale - Vorkommen - Verwechslungsmöglichkeiten mit Giftpilzen - Besonderheiten. (S. 27)	A	W3	R

Führe den Versuch durch. [...] Welches Brot wird zuerst schimmeln? Warum? Stelle eine Vermutung an. Wie lange dauert es, bis sich Schimmel bildet? Welche Farbe hat der Schimmel? (S. 27)	B & D	E3 & E4	T
Diese Flechte ist nach dem Tier in B2 benannt, das sich zu einem großen Teil von dieser Flechte ernährt. Wie heißt sie? (S. 28)	D	W2	R
Wer erbringt welche Leistung? Unterstreiche die Leistungen des Pilzes rot, die der Alge grün. (S. 28)	A & D	W1	R
Hier siehst du verschiedene Flechtenarten. Kannst du erraten, wie sie heißen? Die Bilderrätsel helfen dir dabei. (S. 29)	D	W1	R
Betrachte die Abbildung. Vervollständige dann den Lückentext. (S. 29)	B	W2	R
Die Namen der Moose sind in Spiegelschrift geschrieben. Finde ihre Namen heraus. (S. 30)	B	W2	R
Ordne die Textblöcke den richtigen Nummern in der Abbildung zu. (S. 31)	A	W2	R
Führe den Versuch durch und beantworte die Fragen. (S. 31)	B	E4	T
Ergänze die Bildtexte richtig. (S. 32)	A	W1	R
Die Namen der Buchstaben der abgebildeten Farnpflanzen ergeben sich aus den Nummern der Buchstaben des Alphabets. (1 = A, 2 = B, 3 = C usw.). (S. 33)	NZ	NZ	NZ
Ordne die Texte den richtigen Nummern in der Abbildung zu. (S. 33)	A	W2	R
Was haben Pilze, Moose und Farnpflanzen gemeinsam? Vervollständige den Merksatz.	A & D	W1	R
Ordne die Wortgruppen richtig zu. (S. 34)	A	W1	R
Lies den Zeitungsartikel und beantworte die Fragen. (S. 35)	B	W2	R
Welche Maßnahmen sind beim Verdacht auf eine Pilzvergiftung sinnvoll? Streiche die Maßnahme, die dir nicht sinnvoll erscheint, durch. Versuche zu begründen. (S. 35)	B & D	S5	P
Welches Stockwerk eines Hauses entspricht welcher Schicht des Mischwaldes? (S. 36)	D	W4	R
Benenne die Stockwerke des Mischwaldes. Schreibe sie in die jeweils erste Zeile. (S. 37)	B	W1	R
Ordne die Wortgruppen den richtigen Stockwerken in A3 zu. (S. 37)	A	W2	R
Säugetiere, Vögel oder Amphibien? Ordne die abgebildeten Tiere der richtigen Wirbeltierklasse zu. (S. 38)	A & D	W2	R
Bemale die Kästchen, die zusammengehören, in derselben Farbe. (S. 39)	A	W1	R
Betrachte B8 und B9. Wodurch sind die abgebildeten Lebewesen an den Lebensraum Wald angepasst? Notiere deine Ideen. (S. 39)	B & D	W1	R
Stelle in deinem Heft selbst einige Nahrungsketten im Ökosystem Eichenwald dar. Wähle aus den folgenden Lebewesen: Eichenwicklerraupe - Blaumeise - Waldmaus - Eichhörnchen - Amsel - Eichenspinnerraupe - Fuchs - Blattlaus - Sperber - Eiche - Waldkauz - Baummartener. (S. 40)	B	W3	R
Im folgenden Nahrungsnetz fehlen einige Lebewesen. Ergänze die Lebewesen. Ihre Namen findest du im Text auf Seite 40. (S. 41)	A	W2	R
Betrachte die folgende Grafik und versuche sie in eigenen Worten deiner Sitznachbarin oder deinem Sitznachbar zu erklären. (S. 41)	B	W2	R
Schreibe die passenden Stichwörter aus dem Kasten unter die Bilder. (S. 42)	A	W2	R
Verbinde die Aussagen in den Kurztexten mit den richtigen Personen. Schreibe oder zeichne deine eigenen Gedanken in das freie Feld. (S. 43)	B	W2	R
Schreibe die passende Regel unter jedes Bild. (S. 44)	A	W1	R
Erstelle ein Leporello (kleines Faltbuch). [...] Stelle die Verhaltensregeln im Wald in eigenen Bildern dar. Suche dir 7 Regeln aus, schreibe sie jeweils auf ein Blatt deines Leporellos und gestalte die Seiten nach deinen eigenen Ideen. Gestalte auch ein Titelblatt. (S. 45)	B	W3	R
Finde in dem Wimmelbild Verhaltensweisen, die im Wald nicht angebracht sind. Welche Folgen hat das Verhalten der Personen im Bild? Welche Vorteile hat jeder einzelne von einem gesunden, 'schönen' Wald? Diskutiert in der Gruppe und notiert eure Ergebnisse. (S. 45)	B & D	S2	P

Was sind die Ursachen für die kranken oder verletzten Bäume? Ergänze die passenden Begriffe aus dem Kasten. (S. 46)	A & D	W2	R
Lies den Text und kreuze dann die richtigen Aussagen an. (S. 47)	B	W2	R
Verfasse mithilfe der Schlüsselwörter sinnvolle Sätze. Schreibe sie als Merktex in dein Heft. (S. 47)	B	W2	R
Ordne die Waldbewohner aus dem Kasten der richtigen Wirbeltierklasse zu. Vervollständige die Mindmap. (S. 48)	B	W3	R
Schreibe die Namen der abgebildeten Tiere unter die Bilder. Du findest alle Tiere in der Mindmap aus A1. (S. 48)	A	W2	R
Lies den Text über Borkenkäfer. Füge die Sätze aus dem Kasten an den richtigen Stellen ein. Diskutiert dann in der Klasse über die Vor- und Nachteile der Schädlingsbekämpfungs-Methoden. (S. 49)	B	W2 & S2	R & P
Lies den Text genau durch. Notiere dann auf den Linien die Teile des Insekts, die du in B1 erkennen kannst. (S. 50)	B	W2	R
[...] Sammelt eine Woche lang tote 'kleine Tiere' in der Klasse und zu Hause. Betrachtet sie dann unter der Lupe. [...] (S. 50)	B	E1	R
Beschrifte das Insekt mit den Begriffen aus dem Kasten. (S. 51)	A	W2	R
Bei welchen dieser Tiere handelt es sich um Insekten? Kreuze richtig an und begründe. [...] (S. 51)	B & D	W1 & S1	R & T
Was tun die Ameisen auf den Bildern? Lies im Text nach. Besprich deine Ideen mit deiner Partnerin / deinem Partner. (S. 52)	B & D	W2	R
Trage die jeweiligen Informationen richtig in die Tabelle ein. (S. 53)	A	W3	R
[...] Bringe die Sätze in die richtige Reihenfolge und schreibe sie in dein Biologie-Heft. Finde mithilfe des Internets heraus, wofür Ameisen den Honigtau verwenden. (S.53)	B & C	W2	R
Auf B1 und B2 siehst du Ameisen, die etwas transportieren. Wozu tun sie das? Um wen handelt es sich? Königin, Männchen oder Arbeiterin? Besprich mit deiner Partnerin / deinem Partner. (S. 54)	A & D	W2	R
[...] Beschreibe in 3 Sätzen in deinem Biologie-Heft, was du erkennen kannst. Verwende die richtigen Fachbegriffe. Finde auch eine passende Überschrift. (S. 55)	B & C	W2	R
[...] Berechne, wie viel du tragen können müsstest, damit du so stark wie eine Ameise bist. (S. 55)	C	E1	T
Welche nützlichen Tätigkeiten oder Produkte der Honigbiene sind hier abgebildet? Ergänze die Bildtexte. (S. 56)	A & D	W2	R
Ordne den Bildern die richtigen Texte zu. (S. 57)	A	W2	R
Warum stellen auch Obstbauern Bienenstöcke in ihren Gärten auf? Besprecht eure Vermutungen in der Klasse.	A & D	W4	T
[...] Wie viele Eier kann eine Königin dann in 3 Monaten ablegen? Schätze und berechne. Notiere in deinem Biologie-Heft. (S. 57)	B & D	E1 & E3	T
[...] Überlege, was passiert, wenn alle Samenzellen verbraucht sind. Entscheide dich für eine Antwortmöglichkeit und versuche zu begründen. (S. 57)	B	S1	P
Es gibt viele verschiedene Honigsorten. Welche kannst du im Supermarkt entdecken? Notiere. (S. 58)	A & D	W2	R
Organisiert in der Klasse eine Honig-Verkostung. Wem schmeckt welcher Honig am besten? Notiert eure Ergebnisse. (S. 58)	B & D	E4	T
Versuche herauszufinden, warum Honig so unterschiedlich aussehen und schmecken kann. Vielleicht wissen das deine Eltern. Bestimmt kann dir das Internet helfen. Besprecht eure Ergebnisse in der Klasse. (S. 58)	A & C	W2	R
Kreuze jeweils die richtigen Antworten an. [...] (S. 59)	A	W1	R
[...] Ordne die Nummern den passenden Sätzen zu. (S. 59)	A	W2	R
Betrachte B1 und B2. Bei welchem Tier handelt es sich um eine Taillenwespe, bei welchem um eine Pflanzenwespe? Ergänze die richtigen Begriffe. (S. 60)	B & D	W2	R

Betrachte B3. Erkläre, was der Aufbau des Stachels für das Leben einer Wespe bedeutet, wenn sie ein anderes Tier oder einen Menschen sticht. (S. 60)	A & C	W4	T
[...] Schreibe die Namen der Tiere unter die Bilder. Kreuze dann richtig an. Eine Aussage kann auf mehrere Tiere zutreffen. (S. 61)	B	W1	R
Vergleiche die 3 Fotos von Wespennestern. Schreibe zu jedem Bild einen Satz in dein Biologie-Heft. (S. 619)	B	W2	R
Betrachte die 3 Bilder. Notiere darunter, was du erkennen kannst. Besprecht eure Ergebnisse. (S. 62)	B & C	W2	R
Ordne die Texte den richtigen Bildern zu. (S. 63)	A	W2	R
[...] Findet euch in Gruppen zusammen und recherchiert zu einem von euch gewählten Käfer. Erstellt einen Steckbrief auf einem Plakat. Wählt ein geeignetes Bild oder fertigt eine Zeichnung an. Präsentiert euren Käfer in einem Kurzreferat. (S. 63)	B	W2 & W3	R
[...] Versuche herauszufinden, woher dieser Schmetterling seinen Namen hat. Zerlege dafür das Wort in seine Bestandteile. Notiere deine Erklärung. (S. 64)	B & C	W4	R
Ordne die Wortgruppen aus dem Kasten richtig in die Tabelle ein. (S. 65)	A	W2	R
Gestalte den Schmetterling in B9 in Farbe. Du kannst auch einen eigenen Schmetterling ins Heft zeichnen. Welchen Namen würdest du ihm geben? (S. 65)	A & D	W3	R
Welche Raupe gehört zu welchem Schmetterling? Suche im Internet nach Kohlweißling und Schwalbenschwanz. (S. 66)	A & D	W2	R
[...] Versuche, die Geschichte zu erzählen. Die Begriffe im Kasten können dir dabei helfen. Starte bei B5. (S. 67)	A	W2	R
Bringe die Buchstaben in die richtige Reihenfolge, sodass ein sinnvoller Begriff entsteht. [...] (S. 68)	A	W2	R
[...] Im dazu gehörenden Text haben sich 5 Fehler eingeschlichen. Finde sie und ersetze sie durch die richtigen Begriffe aus dem Kasten. (S. 69)	B	W2	R
Verbinde die Aussagen mit dem richtigen Bild. Begründe deine Entscheidungen. (S. 69)	B	W4	T
Erzähle deiner Partnerin / deinem Partner, was auf den 3 Bildern passiert. Begriffe, die ihr dabei verwenden könnt: feste Nahrung - Speichel - vermischen - Flüssigkeit - aufsaugen. (S. 70)	C	W3	R
[...] Lies die Fragen, beantworte sie und suche die richtigen Begriffe im Wortgitter [...]. Arbeite mit deiner Sitznachbarin/deinem Sitznachbar um die Wette. Wer ist schneller? (S. 71)	B	W2	R
[...] Lies es und versuche eine Erklärung für Lukas' Beobachtungen zu finden. Du kannst auch im Internet nachlesen. Verfasse in deinem Biologie-Heft eine kurze Antwort. (S. 71)	B	W2	R
Wodurch unterscheiden sich die beiden Bilder? Besprich mit einer Partnerin / einem Partner. (S. 72)	A & D	W2	R
Finde heraus, wie und warum man von einem Gelsenstich einen 'Dippel' bekommt. (S. 72)	C	W2	R
[...] Betrachte die Bilder. Beantworte die Fragen über die Pferdebremse mit deinem Wissen aus dem gesamten Insekten-Kapitel. (S. 73)	B	W1	R
Wie kannst du dich vor Stechmücken schützen? Kreuze die sinnvollen Vorschläge an und begründe. (S. 73)	B & D	W1 & S5	R & P
Vervollständige die Mindmap mit den Begriffen aus dem Kasten. Manche Begriffe werden doppelt verwendet. (S. 74)	A	W3	R
[...] Löse das Rätsel, um welches Insekt es sich handelt und wie die verschiedenen Mundwerkzeuge eingesetzt werden (A = 1, B = 2 usw.). Auf welches Bild treffen 2 Begriffe zu? (S. 75)	C & D	W2	R
Lies den Text. Streiche bei den Aussagen unten die falschen Wortgruppen durch. [...] (S. 75)	B	W2	R
Webspinne, Weberknecht, Skorpion oder Milbe? Beschrifte die Bilder richtig. (S. 76)	A & D	W1	R
[...] Finde die richtigen Bildunterschriften. (S. 77)	A	W1	R

[...] Bringe die Buchstaben in die richtige Reihenfolge und beschrifte die Spinne. (S. 77)	B	W2	R
Beantworte die beiden Fragen. Besprich deine Ideen zuvor mit deiner Partnerin / deinem Partner. (S. 78)	B	W1	R
Warum - vermutest du - haben viele Menschen Angst vor Spinnen? Wie heißt diese Angst mit dem Fachbegriff? Notiere in dein Biologie-Heft. (S. 78)	A & D	W4	T
Zeichne in diese Äste ein Radnetz ein. [...] Arbeite mit verschiedenen Farben. Beschrifte die wichtigsten Teile und zeichne eine Spinne ein. B3 kann dir dabei als Vorlage helfen. (S. 79)	B	W3	R
Auch die Vogelspinne ist eine Webspinne. Was meinst du: Woher könnte sie ihren Namen haben? (S. 79)	D	W4	T
Was ist auf den Bildern zu sehen? Beschrifte. (S. 80)	A & D	W2	R
Füge die Satzteile richtig zusammen. Die Fotos helfen dir dabei. Notiere dann den gesamten Text in deinem Heft. (S. 81)	B	W2	R
[...] Wie viele Hausstaubmilben sind darin ungefähr enthalten? Schätze mithilfe des Mittelwerts. Berechne in deinem Biologie-Heft. (S. 81)	B & D	E1 & E3	T
Schau dir die beiden Diagramme an. Diskutiere mit einer Partnerin / einem Partner und notiere eure Ergebnisse in deinem Biologie-Heft. Erkundige dich bei deiner Ärztin oder deinem Arzt, wie man eine Zecke richtig entfernt und in welchen Abständen man sich gegen FSME impfen lassen sollte. Notiere auch diese Informationen in deinem Biologie-Heft. (S. 81)	B & C	W2 & S1	R & P
Beschrifte den Spinnenkörper mit den Begriffen aus dem Kasten. (S. 82)	A	W2	R
Ermittle mithilfe der Bilderrätsel die Namen der Spinnenarten. Finde dann mithilfe des Internets heraus, wie die Spinne aussieht. Verbinde den Namen mit dem richtigen Bild. (S. 82)	B & C	W2	R
[...] Welche Tipps könntest du ihm geben, um seine Beschwerden zu lindern? Lies im Internet nach und schreibe ihm ein kurzes E-Mail. Verwende mindestens zwei der Schlüsselwörter aus dem Kasten. (S. 83)	B & D	S5	P
Lies den Text genau. Füge die Sätze an den richtigen Stellen ein. (S. 83)	B	W2	R
[...] Warum wird die Erde der 'Blaue Planet' genannt? Notiere deine Erklärung. (S. 84)	A & D	W4	T
Worum handelt es sich: Oberlauf, Mittellauf oder Unterlauf? Ergänze den richtigen Begriff und begründe. (S. 84)	B & D	W4 & S1	T
Beschrifte die Bereiche in der Abbildung des Fließgewässers (B6) richtig. Ordne auch die Bildnummern zu. (S. 85)	B	W1	R
Um welche Leitfische handelt es sich? Ergänze die fehlenden Buchstaben. (S. 86)	A & D	W2	R
Erstelle einen Steckbrief über einen Fisch einer Fischregion. Beschreibe dabei sowohl die Fischregion als auch die Fischart genau. Arbeite mit einer Partnerin oder einem Partner zusammen. Gestaltet dann eine Ausstellung mit allen Steckbriefen in eurer Klasse. (S. 87)	B	W3	R
In der Abbildung findest du Informationen zu den 5 Fischregionen. Beantworte die Fragen. (S. 87)	A	W2	R
Welche zwei im Text beschriebenen Dinge kannst du auf dieser Nahaufnahme erkennen? (S. 88)	D	W2	R
[...] Welches der Bilder ist in der Natur, welches bei einer Zucht aufgenommen? Begründe. (S. 88)	A & D	S1	T
Beschrifte die Abbildung mit den im Kasten angegebenen Begriffen. (S. 89)	A	W2	R
Welche Teile eines Knochenfischskeletts kannst du auf dem Foto erkennen? (S. 89)	D	W2	R
Welche Tierklassen gehören außerdem zum Stamm der Wirbeltiere? Wiederhole. (S. 89)	A & D	W1	R
Erledigt in Partnerarbeit folgende Aufgabe: Erklärt einander anhand von B5 den Ablauf der Kiemenatmung. Notiert die wichtigsten Informationen in wenigen Sätzen in eurem Biologie-Heft. (S. 89)	B	W2	R

Was ist am Maul eines Karpfens besonders? (S. 90)	D	W1	R
Womit kann der Karpfen seine Umgebung gestalten? Betrachte B2 und Ergänze. (S. 90)	B & D	W2	R
[...] Verbinde die Texte mit den richtigen Bildern. (S. 91)	A	W2	R
Um welche Fischarten handelt es sich? Die Beschreibungen im Text helfen dir. (S. 92)	D	W2	R
Vergleiche die Schädel von Zander und Hecht. Finde zumindest zwei Unterschiede (U) und zwei Gemeinsamkeiten (G). Notiere im Kasten in der Mitte und erkläre die Lebensweise der beiden. (S. 93)	B	W2	R
[...] Erzähle seine Geschichte in der Ich-Form. (S. 93)	A	W3	R
Trage die richtigen Begriffe in das Kreuzworträtsel ein. [...] (S. 94)	A	W2	R
Lies den Text und kreuze die richtigen Aussagen unten an. (S. 94)	B	W2	R
Ordne den Texten die richtigen Überschriften zu. Finde eine Überschrift für den gesamten Text. (S. 95)	B	W1	R
[...] Diskutiert im Team, weshalb alle drei Bereiche unbedingt eingehalten werden müssen. Findet außerdem heraus, was man als Käuferin oder Käufer tun kann, um festzustellen, wo der gekaufte Fisch herkommt. (S. 95)	C	S3	P
[...] Finde heraus, was man darunter versteht und schreibe einen kurzen Merktext in dein Biologie-Heft. Verwende die Schlüsselwörter aus dem Kasten. (S. 95)	A & C	W2	R
Ordne die Begriffe richtig zu. (S. 96)	A	W1	R
[...] Notiere zumindest 3 Nahrungsketten. '-->' bedeutet 'wird gefressen von'. (S. 97)	A	W1	R
Wähle aus B5 bis B16 ein Tier aus. Verfasse einen Steckbrief zu diesem Tier auf einem Blatt in Postkartengröße. Verwende dazu das Internet oder ein Bestimmungsbuch. Verfasst innerhalb der Klasse Steckbriefe zu allen abgebildeten Tieren. Wenn alle Steckbriefe fertig sind, werden die Karten in der Klasse gemischt und ausgeteilt. Jede Schülerin und jeder Schüler präsentiert nun ein Tier. (S. 97)	B	W3	R
Notiere, in welcher Zone des Sees die Pflanze zu finden ist. (S. 98)	C	W1	R
[...] Beschrifte die Zonen des Sees. Ergänze einige Pflanzen. Recherchiere im Internet, wie sie aussehen und beschrifte sie in der Zeichnung. Ergänze zumindest 1 Tier in jeder Zone. Zeichne und beschrifte. [...] Suche im Atlas mindestens 5 und notiere ihre Namen. Gib in Klammer das jeweilige Bundesland an. (S. 99)	B & C	W2	R
[...] Verfasse mit deiner Partnerin / deinem Partner einen Text für eine Werbebroschüre. Macht die Urlauberinnen und Urlauber auch darauf aufmerksam, wie und warum Tiere und Pflanzen des Sees geschützt werden sollen. (S. 99)	A & C	W3 & S5	R & P
Lies die Worte rückwärts um herauszufinden, um welches Amphibium es sich handelt. (S. 100)	C	W2	R
Beantworte die Fragen. Alle Informationen, die du dazu brauchst, findest du im Text auf Seite 100. (S. 101)	A	W2	R
Vergleiche das menschliche Skelett mit dem eines Frosches. Notiere 3 Gemeinsamkeiten und 3 Unterschiede. Welche Unterschiede gibt es daher in der Lebensweise? (S. 101)	B & D	W2	R
Wie bezeichnet man diese Art der Eiablage? (S. 102)	D	W1	R
[...] Finde mithilfe des Internets heraus, was eine Krötenwanderung ist. Welche Vorkehrungen trifft der Mensch, um die Kröten zu schützen? Warum sind diese Schutzmaßnahmen nötig? Notiere deine Ergebnisse im Heft. (S. 102)	A & C & D	W2	R
Hier siehst du die Entwicklung vom Laich zum Grasfrosch. Wenn du jedem Bild den richtigen Text zuordnest ergibt sich ein Lösungswort. (S. 103)	NZ	NZ	NZ
Um welche Schwanzlurcharten handelt es sich? Verwende die Silben aus dem Kasten. Das Tier aus B1 ist in Mexiko zu Hause. (S. 104)	A & D	W2	R
Ergänze den Lückentext mit den Wörtern aus dem Kasten. Auf den Bildern kannst du jeweils sehen, was passiert. Überlege dir eine sinnvolle Überschrift. (S. 105)	B	W2	R

Notiere den Namen dieses Tieres. Erkläre die Besonderheiten seiner Finger und Zehen. (S. 106)	B	W1	R
Beantworte die Fragen mit einer Partnerin oder einem Partner. (S. 106)	A	W1	R
Vervollständige diese Übersicht mit den Begriffen aus dem Kasten. (S. 107)	A	W2	R
Wähle ein Amphibium aus B4 bis B8 und gestalte ein Plakat mit den wichtigsten Informationen. Nimm dazu Bücher, das Internet oder ein Lexikon zu Hilfe. (S. 107)	B	W3	R
[...] Verfasse einen Zeitungsartikel, in dem du auf diese Probleme aufmerksam machst. (S. 107)	A	W3	R
Ergänze die fehlenden Buchstaben und du weißt, worum es sich handelt. Verwende die folgenden Buchstaben: [...] (S. 108)	A & C	W2	R
Lies die Begriffe in Spiegelschrift. Beschrifte die Teile der Schnecke richtig. (S. 109)	B	W2	R
Füge den jeweils fehlenden Begriff ein. Ergänze bei jedem Text die passende Bildunterschrift. (S. 109)	B	W1	R
Ergänze die Bildtexte zur Teichmuschel. (S. 110)	A	W1	R
Ergänze die Beschriftung in der Abbildung. (S. 111)	A	W1	R
[...] Finde heraus, wie die abgebildeten Muscheln heißen, indem du die Silben richtig zusammensetzt. (S. 111)	C	W2	R
[...] Überlege, warum sich Muscheln als Bioindikatoren eignen. Notiere deine Gedanken in deinem Biologie-Heft. (S. 111)	C	W4	T
Ringle alle natürlichen stehenden Gewässer ein. (S. 112)	A	W2	R
Wer legt welchen Laich? Ergänze alle Bezeichnungen und verbinde richtig. (S. 112)	B & D	W1	R
Wie heißen die Amphibien? Schau dir die Bilder an. Entscheide dann mithilfe des Bestimmungsschlüssels, um welches Amphibium es sich handelt. (S. 113)	A & C & D	W2	R
[...] Finde mithilfe des Internets heraus, was das Besondere an diesen Tieren ist. Schreibe ihre Geschichte in dein Biologie-Heft. (S. 113)	A & C	W2	R
Was stellen die einzelnen Segmente des Diagramms dar? Schreibe die Begriffe aus dem Kasten zur passenden Farbe. (S. 114)	A & D	W2	R
Wähle 3 interessante Aussagen zum Thema 'Wasser' aus. Fertige zu jeder eine kleine Zeichnung in deinem Biologie-Heft an. Danach soll deine Sitznachbarin / dein Sitznachbar erraten, welche Aussagen du gewählt hast. Tauscht dann die Rollen. (S. 115)	B	W3	R
[...] Was bedeuten Sie? Sprich zuerst mit deiner Sitznachbarin oder deinem Sitznachbarn. Tauscht euch dann in der Klasse aus. (S. 115)	B & D	W1	R
Bringe die Sätze in die richtige Reihenfolge. (S. 116)	A	W2	R
Wie funktioniert eine Kläranlage? Betrachte die Grafik. Ergänze dann den Lückentext mit den richtigen Begriffen. (S. 117)	B & D	W2	R
Wie heißen die abgebildeten Pflanzen? (S. 118)	D	W1	R
Ordne die Sätze den passenden Bildern zu. (S. 119)	A	W2	R
Suche dir einen der Moorbewohner aus und erstelle ein Referat mit den wichtigsten Informationen. Das Internet, Bücher oder ein Lexikon helfen dir dabei. (S. 119)	B	W2 & W3	R
[...] Erstelle mithilfe des Internets einen kurzen Steckbrief (Fundort, Alter, Todesursache, Besonderheiten) über eine der folgenden Mumien: 'Windeby-Mädchen', 'Elling Frau', 'Roter Franz', 'Tollund Mann' oder 'Grauballe Mann'. (S. 119)	A	W3	R
Zu welcher Zustandsklasse gehören die abgebildeten Zeigerorganismen? Schreibe die richtige Zustandsklasse dazu und bemale die Kästchen in der entsprechenden Farbe. (S. 120)	B & D	W1	R
Ordne die abgebildeten Zeigerorganismen den richtigen Texten zu. (S. 121)	A	W2	R
Wie heißen die abgebildeten Zeigerorganismen? Schreibe die richtigen Namen aus dem Kasten unter das jeweilige Bild und gib die richtige Zustandsklasse an. (S. 122)	B & D	W1	R
Hochmoor oder Flachmoor? Ordne die Wortgruppen aus dem Kasten richtig zu. (S. 122)	A & D	W2	R

[...] Vergleiche die beiden Diagramme. Formuliere dazu drei Sätze und schreibe sie auf. (S. 123)	B	W2	R
[...] Ordne die Begriffe richtig zu. Die Buchstaben in Klammer ergeben ein Lösungswort. (S. 124)	A	W2	R
Beschrifte die Abbildung mit den richtigen Begriffen aus dem Text von Seite 124. Welche Teile des Mikroskops sind hier nicht zu sehen? Notiere im Kasten. (S. 125)	B & D	W2	R
Stelle zwei Präparate zum Betrachten unter dem Mikroskop her. [...] Fertige jeweils eine Skizze an. (S. 125)	B	E1	R
Zelle, Gewebe, Organ, Organsystem oder Organismus? Beschrifte die Bilder richtig. (S. 126)	A & D	W1	R
Vergleiche eine pflanzliche mit einer tierischen Zelle. Ergänze die Abbildungen mit den Ziffern aus der Tabelle. Fülle in der Tabelle Fehlendes aus und kreuze an, ob der Baustein bei der jeweiligen Zelle vorhanden ist. (S. 127)	B	W2	R
Womit bewegen sich die abgebildeten Einzeller fort? Lies die Bildtexte von hinten nach vorne. (S. 128)	A & D	W2	R
[...] Stelle zwei Präparate mit jeweils 1-2 Tropfen deiner Wasserprobe, einem Objektträger und einem Deckglas her. Betrachte sie unter dem Mikroskop und fertige jeweils eine Zeichnung an. [...] (S. 129)	B	E4	T
Erfinde deinen eigenen Einzeller. Zeichne und beschrifte ihn. Beschreibe seine Funktionsweise. (S. 129)	B	W3 & W4	T
Notiere die Namen der jeweiligen Einzeller. (S. 130)	A	W1	R
Überlege oder ermittle im Internet, woher das Pantoffeltierchen seinen Namen hat. Notiere deine Erklärung. (S. 130)	A & C	W2	R
Ergänze die Tabelle. Alle Informationen dazu findest du im Text auf Seite 130. (S. 131)	A	W2	R
Lies den Text und unterstreiche die wichtigsten Informationen. Beantworte dann die Fragen. (S. 131)	B	W2	R
Um welche Algenarten handelt es sich in B1 bis B4? Bringe die Buchstaben in die richtige Reihenfolge. (S. 132)	A & D	W2	R
Lies den Text und markiere die wichtigsten Begriffe. Kreuze dann unten die richtigen Antworten an. (S. 133)	B	W2	R
Füge die Satzteile zusammen. [...] (S. 133)	A	W1	R
[...] Ordne die passenden Begriffe aus dem Text zu. (S. 134)	A	W2	R
Beschrifte das Bakterium mit den Begriffen aus dem Kasten. Gestalte die Abbildung fertig. (S. 135)	B	W2 & W3	R
[...] Wie viele Bakterien sind es dann nach a) 2 Stunden, b) 3 1/2 Stunden? Ermittle die Anzahl, indem du in die Tabelle einzeichnest. Schätze zuerst. (S. 135)	B & D	E1 & E3	T
Was bedeutet das Ergebnis aus A3 für mögliche Erkrankungen? Diskutiert in der Klasse. (S. 135)	A & D	S2	P
Beschrifte, um welchen Bereich es sich handelt, in dem der Mensch mit Bakterien zu tun hat. (S. 136)	C	W1	R
Bringe die Sätze in die richtige Reihenfolge. Verbinde dann jede Beschreibung mit dem passenden Begriff. (S. 137)	B	W2	R
Gegen welche Krankheiten kann bzw. sollte man sich impfen lassen? Erkundige dich in einer Apotheke oder bei deiner Hausärztin oder deinem Hausarzt. Schreibe deine Erkenntnisse in die Sprechblasen. (S. 137)	B & D	W2	R
[...] Lies den Text genau und korrigiere. (S. 138)	A	W2	T
Kreuze die jeweils richtige Antwort an. Setze die Buchstaben unten ein und du erhältst die Lösung. (S. 138)	B	W1	R
In B2 siehst du den Vorgang der Fotosynthese. Was wird von der Pflanzenzelle aufgenommen, was wird abgegeben? (S. 139)	D	W2	R
Worum handelt es sich hier? Beschrifte die Abbildung und begründe deine Entscheidung. (S. 139)	B & D	W2 & S1	R & P

Lies den Text und führe die Arbeitsaufträge durch. [...] Warum können sich Kariesbakterien so schnell im Mund vermehren? Besprecht in der Klasse, warum nur die Zahnärztin oder der Zahnarzt Karies 'reparieren' kann. (S. 139)	A & C & D	W2	R
---	-----------	----	---

Tabelle 21: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus einfach bio 2

14.5 Kategorisierung *Begegnungen mit der Natur 3*

Aufgabenstellung	O	HK	kP
[...] Berechne, wie viele Kinder sich übereinanderstellen müssten, um den Mond zu erreichen. Nimm dazu eine Schulterhöhe von 1,2m an. (S. 6)	A & C	E1	R
Erkläre unter Zuhilfenahme von Abbildung 2 die Entstehung der Jahreszeiten. (S. 9)	A	W4	T
[...] Finde durch Recherche heraus, wann und warum Schaltjahre eingeführt wurden. (S. 9)	C	W2	R
[...] Finde durch Recherche heraus, in welchem Rhythmus sie wiederkehren. (S. 9)	C	W2	R
[...] Finde durch Recherche heraus, welche der folgenden Jahre Schaltjahre waren/sein werden. (S. 9)	C	W2	R
[...] Finde durch Recherche heraus, weshalb der gregorianische Kalender als Weiterentwicklung des julianischen Kalenders gilt. (S. 9)	C	W2	R
[...] Erkläre dieses Phänomen mithilfe des Treibhauseffekts. Argumentiere, warum Kleinkinder und Tiere niemals an einem heißen Tag alleine in einem Auto warten sollten. (S. 10)	A & C	W4 & S5	T & P
Bildet in der Klasse Kleingruppen. Beurteilt jeweils je einen Punkt der obenstehenden Maßnahmen nach folgenden Kriterien: Inwiefern könnt ihr/können eure Familien direkt Einfluss nehmen? Inwieweit lässt sich indirekt Einfluss nehmen, damit zB die Politik/der Handel/der Verkehr etc. reagieren? Schätzt ein, inwieweit Faktoren wie Angebot und Nachfrage oder öffentliche Klimaschutz-Aktionen etc. einen Einfluss haben können. Fasst eure Ergebnisse in Form eines Plakats zusammen, das ihr im Anschluss präsentiert. (S. 12)	B & D	S2 & S3	P
Informiere dich im Internet über erneuerbare Energien und deren Möglichkeiten. Vergleiche die Vor- und Nachteile in Form einer Tabelle. (S. 12)	B	W2 & W3	R
[...] Bewerte die Aktualität der Filme. Beurteile die Filme in Hinblick darauf, welcher von ihnen besser geeignet scheint, beim Publikum Interesse für das Thema Klimawandel zu wecken. Erörtere deine Meinung anhand von Beispielen aus dem jeweiligen Film. Entwickle eigene Ideen für einen Film, der die Wichtigkeit des Themas Klimawandel deutlich machen soll. Notiere dazu eine kurze Inhaltsangabe, den Filmtyp (zB Dokumentarfilm, Reportage, Katastrophenfilm, Drama ...) sowie die handelnden Personen. (S. 12)	B	S2 & S3 & S5	P
[...] Markiere in der untenstehenden Tabelle, ob die jeweilige Aussage richtig oder falsch ist. [...] (S. 13)	C	W1	R
[...] Erkläre ihr markantes Verteilungsmuster unter Zuhilfenahme von Abb. 21. (S. 16)	A	W4	T
Suche folgende Gebiete in deinem Schulatlas und zeichne jeweils ihre ungefähre Lage in der Karte in Abb. 21 ein (Falls kein Atlas zur Verfügung steht, kannst du auch eine Weltkarte aus dem Internet verwenden.): mittelozeanischer Rücken, Island, Marianengraben, die Philippinen, die Aleuten, die Kurilen, Japan, die Anden, die Alpen, San-Andreas-Verwerfung. (S. 17)	B	W2	R
[...] Recherchiere den Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Tsunamis und vorangegangenen seismischen Aktivitäten. (S. 17)	A	W2	R
Recherchiere die Ursachen für den starken Vulkanismus auf Island. Vergleiche dazu auch Abb. 21. (S. 12)	B	W2	R

[...] Recherchiere im Internet die Ursache der Nuklearkatastrophe von Fukushima und nimm kritisch Stellung zur geografischen Lage des Atomkraftwerks. (S. 12)	B	W2 & S3	R & P
[...] Finde mithilfe eines Mineralienführers heraus, a) wie der violette, der gelbe, der rauchbraun bis schwarz gefärbte und der rosa Quarz heißen, b) durch welche Stoffe die Färbungen verursacht werden, c) in welchen Weltgegenden besonders schöne Exemplare der Quarzvarietäten zu finden sind. (S. 20)	C	W2	R
Gib unter Zuhilfenahme von Abb. 36, S. 21, die die Gesteinszone Österreichs an, in der du zu Hause bist. (S. 23)	A	W2	R
[...] Recherchiere seinen Namen und die Höhe. (S. 23)	A	W2	R
[...] Recherchiere ihre Namen und ihre Lage. (S. 23)	A	W2	R
Finde durch Recherche einen Zusammenhang zwischen den Nördlichen Kalkalpen und Wiens Trinkwasser. (S. 23)	A	W2	R
[...] Grenze die drei Begriffe voneinander ab. (S. 25)	A	W4	T
Ergänze die Abbildung der Bodenbildung mit folgenden Begriffen: A-Horizont, B-Horizont, Bodenlebewesen, C-Horizont, Erstbesiedler, Mensch, Niederschläge, Pflanzen, Sonnenlicht. (S. 27)	A	W1	R
[...] Führe dazu eine qualitative Analyse des Bodens ('Fingerprobe') durch. [...] Notiere deine Ergebnisse durch Ankreuzen im Versuchsprotokoll (siehe unten). Schließe auf die Bodenart aufgrund folgender Kriterien: [...]. (S. 28)	B	E4 & E5	T
[...] Begründe diese Namensgebung mithilfe des Texts und Abb. 58. (S. 29)	A	W4	T
[...] Wie heißen die Tiere wirklich? Die markierten Buchstaben ergeben, hintereinander gelesen, den Namen eines weiteren wichtigen Bodenbewohners. (S. 32)	D	W2	R
[...] Welche der folgenden Ursache(n) könnte(n) tatsächlich von der Wissenschaft vermutet werden? Kreuze an. Mehrfachnennungen sind möglich. (S. 34)	A & D	S1	P
[...] Um welche Tiergruppe handelt es sich? Vergleiche den Bau dieser Tiere mit dem des Regenwurms anhand einer Tabelle. Sie soll sowohl die Unterschiede als auch die Gemeinsamkeiten erfassen. (S. 35)	B & D	W3	R
[...] Nenne die Tiergruppe, die ebenfalls verlorengegangene Körperteile regenerieren kann. (Tipp: du bist ihr bereits in der ersten Klasse begegnet!). (S. 35)	A	W1	R
Analysiere Abb. 78 anhand folgender Fragestellung: In welchen Gebieten Österreichs ist Grünlandnutzung häufiger, in welchen Ackerlandnutzung? Finde eine Erklärung, warum es zu diesen Unterschieden kommt. Erkläre, warum Rinder hauptsächlich im alpinen Raum gehalten werden. (S. 36)	A & C & D	W4	T
[...] Ergänze die Beispiele von Obstsorten, die in Österreich in den oben genannten Gebieten angebaut werden. Ergänze die Beispiele durch Recherche im Internet und notiere sie in deinem Biologieheft. (S. 37)	B	W2	R
Erkläre in deinem Biologieheft das 'Gesetz des Minimums' mit eigenen Worten. Nimm dazu Abb. 99, S.39 zu Hilfe. (S. 40)	B	W4	T
[...] Nimm Stellung zu dieser Forderung, indem du den Begriff 'Unkraut' aus ökologischer Sicht bewertest. (S. 40)	A	S2	P
Recherchiere die Bedeutung des Begriffs 'Brache' und welchen Nutzen sie für einen an Mineralstoffen verarmten Boden hat. (S. 40)	C	W2	R
Fasse in deinem Biologieheft die Vor- und Nachteile von Naturdünger und Gründüngung in Form einer Tabelle zusammen. Notiere Gründe, weshalb Mineraldünger dennoch zum Einsatz kommt. (S. 40)	A & C	W3	R
[...] Führe die Experimente durch und fertige jeweils ein Versuchsprotokoll (--> Begegnungen mit der Natur, Band 2) an. [...] Vergleiche die Ergebnisse und diskutiere die Unterschiede. (S. 42)	B	E4 & E5	T & P
[...] Stelle zunächst eine Hypothese auf, was geschehen wird, wenn du vorsichtig Wasser in beide Töpfe hineingießt. Dann prüfe deine Vermutung, notiere deine Beobachtungen und diskutiere die Ergebnisse. (S. 42)	B & C	E3 & E4	T & P

		& E5	
[...] Protokolliere die Farbe, die die unten heraustropfende Flüssigkeit hat. Führe anschließend den gleichen Versuch mit Sand und einem neuen Filter durch. Notiere auch hier deine Beobachtung und vergleiche die Ergebnisse. Diskutiere mögliche Unterschiede. (S. 42)	B	E4 & E5	T & P
Grenze den Begriff Stern vom Begriff Planet ab. (S. 43)	A	W1	R
[...] Erkläre, wie es zu diesen Unterschieden kommt. (S. 43)	C	W4	T
[...] Zeige die Ursachen für die globale Erwärmung auf. Erkläre in diesem Zusammenhang den Treibhauseffekt und seine Bedeutung für das Klima. (S. 43)	B	W4 & S3	T & P
Beschreibe bereits spürbare und mögliche zukünftige Folgen des Klimawandels. Nenne politische und individuelle Maßnahmen bzw. Möglichkeiten zum Klimaschutz. (S. 43)	B	W1	R
Beschreibe den Schalenbau der Erde. Erkläre in diesem Zusammenhang auch die Begriffe Magma und Lava. (S. 43)	B	W1 & W4	R & T
Erkläre die Entstehung von Inselketten, Falten- und Deckengebirgen jeweils an einem konkreten Beispiel. (S. 43)	A	W4	T
[...] Erläutere diese Aussage. (S. 43)	A	W4	T
[...] Diskutiere den Text aus dem Berliner Kurier vom 12.5.2016 in Hinblick auf tektonische Besonderheiten dieses Gebiets. (S. 43)	A	S2	P
Gib einen Überblick über den Kreislauf der Gesteinsbildung und stelle anhand von Beispielen für die jeweilige Gesteinsart einen Bezug zu den Gesteinszonen Österreichs her. (S. 43)	B	W4	T
Gib einen Überblick über die in den verschiedenen Gesteinszonen Österreichs vorherrschenden Bodentypen und ihre Eigenschaften. (S. 43)	A	W1	R
Informiere über die Bedeutung, Gefährdung und Schutz des Bodens. (S. 43)	A	S1	P
Beschreibe den Bau des Regenwurms und nenne seine biologische Bedeutung. (S. 43)	B	W1	R
Erkläre das Prinzip der Energieumwandlung in Lebewesen anhand von Abb. 1. (S. 47)	A	W4	T
Kreuze im nachstehenden Rätsel die richtigen Antworten an. [...] Recherchiere anschließend im Internet und finde heraus, mit welchen einfachen Methoden er im Jahre 1771 die bahnbrechenden Entdeckungen über die Geheimnisse im Leben der Pflanzen machte. (S. 47)	A & C	W1 & W2	R
[...] Schreibe den richtiggestellten Text in dein Biologieheft. (S. 49)	A	W3	R
[...] Liste Beispiele auf, wann und wie es zum Einsatz kommt. Befrage dazu Menschen, die gerne kochen, wann und wie sie Weizenmehl verwenden. (S. 51)	C	W1 & W2	R
Recherchiere im Internet oder Lexikon den Ursprung des Namens 'Einkorn' sowie die Namensgebung 'Zweikorn' für den Emmer. (S. 51)	A	W2	R
Finde im Supermarkt heraus, woraus glutenfreies Mehl bzw. daraus gebackene Nahrungsmittel bestehen. Mach Fotos der Inhaltsstoffe und schreibe eine Liste der verwendeten Stärkelieferanten in dein Heft. Unterscheide zwischen Getreide, anderen Stärkelieferanten, Samen und Nüssen. (S. 51)	B & C	W2	R
[...] Ordne die richtigen Buchstaben zu und beschreibe, woran du die Pflanzen erkannt hast. (S. 52)	A & C	W1	R
Folgendes Rätsel soll dein Wissen über wichtige Getreide-Begriffe testen. Umlaute sind als Umlaute zu schreiben. [...] (S. 53)	NZ	NZ	NZ
[...] Nenne Gründe, die Landwirtinnen bzw. Landwirte haben könnten, dennoch auch Sommergetreide anzubauen. Wenn du die Möglichkeit hast, befrage dazu auch eine Landwirtin/ einen Landwirt. (S. 55)	B	W1 & W2	R
Wenn es euch möglich ist, ladet eine Landwirtin oder einen Landwirt in die Klasse ein und führt ein Interview zum Thema: Tätigkeiten in einem landwirtschaftlichen Betrieb im Jahresverlauf. (S. 55)	B	E4	T

[...] Stelle dahingehend für die in diesem Kapitel besprochenen Getreidearten Vermutungen an, welche Bestäubungsart zutrifft. Begründe deine Antwort.	A & C	W4	T
[...] Erstelle eine Liste dieser Nahrungsmittel, geordnet nach Getreidesorten. (S. 55)	A	W3	R
[...] Finde durch Recherche heraus, warum Österreich kein geeignetes Reisanbauland ist. (S. 55)	C	W2	R
Schreibe folgenden Text in dein Biologieheft. Setze die fehlenden Begriffe in den Text ein. [...] Erkläre, warum sie auch diesen Namen tragen. (S. 59)	B & C	W1 & W4	R & T
Vergleiche die typischen Merkmale der Saubohnen-, Astern-, Kürbis- und Mohngewächse mithilfe einer Tabelle in deinem Biologieheft. Erfasse dabei folgende Merkmale: [...] Klebe jeweils die Bilder von drei Vertretern dieser Pflanzenfamilien ein und beschrifte sie. (S. 63)	B	W3	R
Stelle eine Vermutung auf, ob sich aus allen Blüten der Saubohnen-, Astern-, Kürbis- und Mohngewächse Früchte entwickeln können und begründe anschließend deine Antwort. (S. 63)	A & C	E3	T
Vergleiche den Wachstumsverlauf verschiedener Nutzpflanzen (Sonnenblume, Kürbis, Mais, Radieschen, Dille, etc.). [...] Beobachte und protokolliere das Wachstum deiner Pflanzen. Erfasse täglich ihren Wachstumsfortschritt und deine Beobachtungen [...]. Zeichne ihre Keimblätter. Mache auch in regelmäßigen Abständen Fotos. (S. 63)	B	E4	T
[...] Führe ein 'Kartoffeltagebuch', in dem du alle Arbeitsschritte und Beobachtungen festhältst. Toll wäre es auch, alles zu fotografieren. [...] (S. 65)	B	E4	T
[...] Begründe dies. (S. 67)	A	W4	T
Sammele Informationen im Internet zu Karamell und seiner Entstehung. (S. 67)	A	W2	R
[...] Finde die Familien dieser Pflanzen heraus und wiederhole die Familienmerkmale. (S. 68)	B	W1	R
[...] Liste die einzelnen Nahrungsketten in deinem Biologieheft auf. Unterstreiche die Namen der Pflanzen oder Tiere, die die Randbiotope als Rückzugsgebiet nutzen. (S. 71)	B	W1	R
Landschaftsveränderung und Artenrückgang: Interpretiere die drei Abbildungen und beschreibe die Zusammenhänge in deinem Biologieheft. (S. 73)	B	S2	P
[...] Recherchiere Ursachen dafür und notiere Maßnahmen, die nötig sind bzw. bereits durchgesetzt werden, um das Verschwinden des Vogels aus österreichischen Landschaften aufzuhalten. (S. 75)	A	W2	R
Gestaltet in der Klasse eure eigene Kochrezeptsammlung zur saisonalen Küche. Jede bzw. jeder von euch trägt dazu mit je einem Rezept pro Jahreszeit bei, das vorwiegend für die Jahreszeit typische Produkte verwendet. Markiert dabei die saisonalen Produkte gesondert. Falls es die Möglichkeit dazu gibt, kocht die Rezepte gemeinsam durch. (S. 76)	B	W3	R
[...] Warum nicht? Finde eine Erklärung (Tipp: Recherchiere zuerst, zu welcher Samenpflanzengruppe Pinien zu zählen sind.). (S. 77)	A & D	W4	T
[...] Welche Familie ist es? Tipp: Du hast sie bereits in der ersten Klasse kennengelernt [...]. Vervollständige dazu das Blütendiagramm. (S. 78)	A & D	W1	R
Finde mithilfe der Silben die Namen der abgebildeten Früchte beziehungsweise Samen heraus. Recherchiere anschließend, um welche Fruchttypen es sich handelt. (S. 79)	A & C	W1 & W2	R
[...] Beobachte das Wachstum und protokolliere die Entwicklung in deinem Biologieheft. Dokumentiere ebenfalls mithilfe von Fotos, die du täglich etwa um die gleiche Zeit von deinen Pflänzchen machst. [...] (S. 81)	B	E4	T
[...] Entscheide durch Ankreuzen, welches der beiden es ist. (S. 83)	C	W1	R
[...] Recherchiere und erkläre, worum es sich beim Schierlingsbecher handelt bzw. in welchem Zusammenhang er mit Gefleckten Schierling steht. (S. 83)	C	W2	R

Erkläre, weshalb Karotten in unseren Gärten selten blühen. (S. 83)	C	W4	T
In welchen Monaten sind die folgenden Produkte in Österreich reif. bzw. wann sind sie als österreichische Lagerware erhältlich? Recherchiere und male anschließend die Kästchen der Tabelle in dunkelgrün (erntefrisch) oder hellgrün (Lagerware) an. (S. 85)	B & D	W2 & W3	R
Löse das Kreuzworträtsel und teste dein Wissen zum Thema Landwirtschaft. [...] (S. 87)	A	W1	R
[...] Erörtere diese Beobachtung. (S. 88)	A	S2	P
[...] Vergleiche die Tiere und beschreibe die auffälligen Unterschiede. Trage die Ergebnisse in die Tabelle ein. (S. 89)	B	W3	R
Sammle Informationen zur Kastenstandhaltung im Europavergleich. (S. 91)	A	W2	R
Erstelle eine Liste von Produkten, die Schweine außer Fleisch noch liefern. (S. 91)	A	W3	R
[...] Erkläre unter diesem Aspekt, warum eine Haltung, ohne die Möglichkeit, regelmäßigen Sozialkontakt auszuleben, als für Rinder nicht artgerecht angesehen wird. (S. 93)	C	S2	P
Erstelle eine Liste, a) welche Produkte Rinder - außer Milch und Fleisch - noch liefern. b) mit möglichst vielen unterschiedlichen Milchprodukten. (S. 95)	C	W3	R
Recherchiere, wodurch sich die Aufgaben von Sennerinnen und Sennern bzw. Hirtinnen und Hirten unterscheiden. (S. 95)	C	W2	R
[...] Weise durch Verbinden die Begriffe den jeweiligen Erklärungen richtig zu. (S. 95)	A	W1	R
Nenne die Wildformen (Stammformen), von denen Hausschaf und Hausziege abstammen. (Tipp: In der ersten Klasse hast du sie kennengelernt) sowie die jeweilige Bezeichnung für weibliche und männliche Tiere. (S. 97)	A	W1	R
Ordne Schafe und Ziegen richtig den Paarhufern oder Unpaarhufern, Wiederkäuern oder Nichtwiederkäuern zu. (S. 97)	A	W1	R
[...] Suche sie in diesen Richtungen [...] und markiere sie. (97)	B	W2	R
Notiere mögliche Gründe dafür, dass die Nachfrage nach Produkten von Schaf und Ziege (Fleisch, Milch, Milchprodukte) in den letzten Jahren gestiegen ist. (S. 97)	A	W2	R
Vergleichst du die Preise von Boden-, Freiland- und Bio-Freilandhaltungseier [sic] miteinander, wirst du Unterschiede feststellen. Nenne die Ursachen die der unterschiedlichen Preisgestaltung zugrunde liegen könnten. (S. 99)	B	S2	T & P
[...] Bewerte unter diesem Aspekt, ob artgerechte Haltung bei der Massentierhaltung möglich ist. (S. 99)	C	S2	P
Beschrifte das Hühnerei mit folgenden Begriffen: Schalenhaut, Keimscheibe, Kalkschale, Dotterhaut, Luftkammer, Hagelschnur, Eiklar, Dotter. (S. 99)	A	W1	R
[...] Informiere dich über diese ökologisch und tierethisch stark kritisierte Hühnerhaltung und vergleiche mit der immer noch erlaubten Haltung in 'ausgestalteten Käfigen'. (S. 99)	B	W2 & W3	R
Recherchiere die Vorteile von 'mobilen Ställen' in der Hühnerhaltung. (S. 99)	A	W2	R
[...] Informiere dich über Vorteile, eventuell direkt bei einer Ernährungsberaterin bzw. einem Ernährungsberater oder recherchiere im Internet. (S. 100)	A	W2	R
[...] Recherchiere dazu den Ursprung dieses Brauchs und erkläre, warum Gänsefleisch gegessen wird. (S. 101)	C	W2	R
[...] Gib Kritikpunkte wieder, die von Tierschützerinnen und Tierschützern gegen den Konsum dieser 'Delikatesse' vorgebracht werden. Recherchiere dazu im Internet. (S. 101)	B	W2 & S2	R & P
Diskutiere mögliche Folgen, wenn es plötzlich keine Pflanzen mehr gäbe. Gehe in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung der grünen Pflanzen für andere Lebewesen ein. (S. 103)	A & C	S2	P

Beschreibe den Aufbau des Getreidekorns anhand einer Skizze und definiere die Begriffe 'Kleie', 'helles Mehl' und 'Vollkornmehl'. (S. 103)	B	W1	R
Nenne drei heimische Getreidearten. Beschreibe ihr Aussehen, ihr Vorkommen sowie ihre Verwendung. (S. 103)	B	W1	R
Beschreibe die Arbeitsschritte, die ein Landwirt/eine Landwirtin beim Getreideanbau ausführen muss, beginnend mit der Bodenbearbeitung bis hin zur Ernte. (S. 103)	A	W1	R
Nenne Verwendungsmöglichkeiten von Rot-Klee, Acker-Erbse, und Luzerne. Gib die Pflanzenfamilie und ihre charakteristischen Merkmale an. (S. 103)	B	W1	R
Nenne drei Ölfrüchte, die in Österreich angebaut werden. Gib an, wofür sie verwendet werden und beschreibe die wichtigsten Merkmale der jeweiligen Pflanzenfamilie. (S. 103)	A & C	W1	R
Erläutere folgende Themen rund um die Zuckerrübe: Geschichte - Anbau/Anbauorte - Zuckergewinnung/Nebenprodukte. (S. 103)	A	W1	R
Erkläre das Verfahren der Flurbereinigung, die Hintergründe und die Problematik. (S. 103)	A	S2	P
Definiere die Begriffe Samenobst, Beeren, Steinfrüchte und Sammelfrüchte. Nenne jeweils drei Beispiele. (S. 103)	B	W1	R
Gib jeweils an, welche Pflanzenteile von folgenden Kohlgewächsen als Gemüse genutzt werden: Kohl, Rotkraut, Kohlsprossen, Kohlrabi, Karfiol, Weißer Rettich, Kren, Radieschen, Garten-Kresse. (S. 103)	C	W1	R
Beschreibe die verschiedenen Haltungsformen von Schweinen und bewerte sie in Hinblick auf die Bedürfnisse und das Wohl der Tiere. (S. 103)	B	S2	P
Benenne die abgebildeten Rinderrassen und gib ihre Nutzung an. (S. 103)	B	W1	R
[...] Verfolge ihren Weg vom Anbau bis zu dir nach Hause und vergleiche in Hinblick auf ökologische sowie soziale Kriterien. Tipp: Nimm dir das untenstehende Schema zur Hilfe. (S. 107)	B	S2	P
[...] Begründe diese Annahme. (S. 107)	A	S1	T
Erstelle eine Liste mit möglichst vielen Produkten aus dem Supermarkt, für deren Herstellung Tomaten notwendig sind. Unterstreiche fünf Produkte, die du selbst ab und zu gerne isst, und gib an, ob und wie du beim Einkauf das Herkunftsland erkennen kannst. (S. 107)	B & C	W2	R
[...] Nenne unter der Voraussetzung, dass Lamarcks Theorie nicht zutrifft, Gründe, weshalb auch deine Kinder dieses Können zeigen. (S. 109)	C	W5	T
Suche in Büchern bzw. im Internet nach Informationen über das Leben von Charles Darwin und notiere wesentliche Ereignisse als Zeittabelle in deinem Biologieheft. (S. 110)	B	W2 & W3	R
[...] Zeichne sie auf der Weltkarte unten ein. (S. 110)	A	W3	R
[...] Ordne die nebenstehende Erklärung den einzelnen Schritten im Bild zu. Setze dazu die jeweilige Nummer richtig ein. (S. 113)	B	W1	R
Vergleiche die Skelette der Vordergliedmaßen in Abb. 15. Gib an, welche Farbe für welche Knochen steht. (S. 114)	A & C	W4	T
Überlege, welche Funktionen die ursprünglichen Organe hatten, aus denen der Appendix und das Steißbein als rudimentäre Organe hervorgingen. (S. 114)	C	W5	T
[...] Analysiere anhand von Fotos bzw. Merkmalslisten, welche Merkmale des Schnabeltiers darauf hinweisen, dass es ein 'Brückentier' ist. (S. 115)	C	W5	T
[...] Wie heißt diese Pflanze? [...] (S. 115)	D	W1	R
Wer ist wer im Kambrium? Ordne den Zahlen in der Abbildung die richtigen Lebewesen zu: Alge, Qualle, Trilobit, Muscheln, Schwämme, Seestern, Schnecken. [...] (S. 116)	A & D	W1	R
Überlege, woher das Karbon seinen Namen hat. (S. 118)	C	S1	T
[...] Recherchiere im Internet, wer wer ist, und setze jeweils die richtigen Buchstaben in die Kreise. (S. 120)	C	W2	R
Vergleiche in Abb. 44 die Skelette von Schimpanse (links) und Mensch (rechts). Liste die unterschiedlichen Merkmale tabellarisch auf.	B	W3	R

Vergleiche die Evolutionstheorien von Lamarck (1) und Darwin (2) am Beispiel der Giraffen. (S. 126)	A	W5	T
Erkläre den 'Kampf ums Dasein' im Sinne Darwins am Beispiel folgender Geschichte [....]. (S. 126)	A	W5	T
Beschreibe die Anpassung an die Umwelt bzw. die natürliche Selektion am Beispiel des Birkenspanners in England, Ende des 19. Jahrhunderts. (S. 126)	A	W5	T
Nenne drei Beweise dafür, dass Evolution stattgefunden hat. (S. 126)	A	W1	R
Beschreibe die Entstehung von Steinkernen und Abdrücken. (S. 126)	A	W4	T
Beantworte folgende Fragen: Seit wann gibt es Leben auf der Erde? Wer waren die ersten Lebewesen? Was war die Voraussetzung für die Entstehung höherer Lebewesen? (S. 126)	A & D	W1	R
Definiere den Begriff 'Übergangsform' und gib ein Beispiel dazu an. (S. 126)	B	W5	T
Zeige die Bedeutung von Leitfossilien anhand eines Beispiels auf. (S. 126)	A	W5	T
Begründe das Aussterben der Saurier am Ende der Kreidezeit. (S. 126)	A	W5	T
Gib einen Überblick über die Stammesgeschichte des Menschen. (S. 126)	A	W1	R

Tabelle 22: Ergebnisse der quantitativen Analyse der Aufgabenstellungen aus Begegnungen mit der Natur 3