



**University of
Zurich**^{UZH}

Das Potenzial des Geographieunterrichts zur Biodiversitätsförderung. Eine Fallstudie auf der Sekundarstufe II.

GEO 511 Master's Thesis

Author

Stéphanie Eprecht
14-702-245

Supervised by

Dr. Andreas Linsbauer
Dr. Itta Bauer
Rachel Lüthi (rachel.luethi@nationalpark.ch)

Faculty representative

Prof. Dr. Norman Backhaus

30.06.2020

Department of Geography, University of Zurich



**Universität
Zürich^{UZH}**

Das Potenzial des Geographieunter- richts zur Biodiversitätsförderung

Eine Fallstudie auf der Sekundarstufe II

GEO511 Masterarbeit

Eingereicht durch:

Stéphanie Epprecht

14-702-245

Betreut durch:

Dr. Andreas Linsbauer

Dr. Itta Bauer

Rachel Lüthi

Fakultätsvorsteher:

Dr. Norman Backhaus

30.06.2020

Geographisches Institut

Universität Zürich

In the end we will conserve only what we love.

We will love only what we understand.

We will understand only what we are taught.

Baba Dioum,

Senegalesischer Forstingenieur und Umweltschützer

Vorwort und Danksagung

Die vorliegende Arbeit bildet den Abschluss meines Masterstudiums an der Universität Zürich. Das gewählte Thema verbindet die Geographie als Hauptfach mit zwei Wissenschaften, welche mich in den vergangenen zwei Studienjahren ebenfalls begleitet haben: die Umweltwissenschaften im Wahlbereich und die Pädagogik im Lehramtsstudium.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Erstellung der Masterarbeit auf unterschiedliche Weise unterstützt und so massgeblich zu deren Gelingen beigetragen haben.

Ein ganz besonderer Dank geht an meine Betreuer*innen Andreas Linsbauer, Itta Bauer und Rachel Lüthi für ihr grosses Engagement in der Betreuung und Begleitung meiner Masterarbeit. Ihre wertvollen Rückmeldungen und Anregungen haben mich stets motiviert und zum Weiterdenken angeregt.

Durch diese Arbeit erhielt ich nicht nur einen Einblick in die Forschung zur Biodiversitätsförderung, sondern traf auch engagierte Lehrpersonen, welche mir Einblicke in ihren Schulalltag gewährten und mich Erfahrungen als Lehrperson sammeln liessen. Ein ganz grosses Dankeschön geht daher an die Lehrpersonen, die mir trotz dichtem Stundenplan Lektionen zur Verfügung gestellt und so meine Masterarbeit überhaupt erst ermöglicht haben. Ich möchte mich insbesondere auch für die spannenden Interviews und das wertvolle persönliche Feedback zur Gestaltung des Unterrichts bedanken, welches ich in den anstehenden Praktika werde umsetzen können.

Ein herzliches Dankeschön gilt auch den Schüler*innen für ihre aktive Mitarbeit im Unterricht, die konstruktiven Rückmeldungen zu den Lektionen und das Verständnis, das sie mir als «Neuling» im Lehrberuf entgegengebracht haben.

Abschliessend möchte ich mich natürlich auch besonders bei meiner Familie für das Korrekturlesen der Arbeit, die motivierenden Worte, spannenden Diskussionen und die liebevolle Umsorgung während meiner Masterarbeit bedanken.

Zusammenfassung

Die Biodiversität in der Schweiz ist in einem besorgniserregenden Zustand: Anthropogene Einflüsse wie die Ausdehnung der Siedlungsfläche und die Intensivierung der Landwirtschaft haben dazu geführt, dass heute in der Schweiz 47% der beurteilten Lebensräume und 33% der beurteilten Tier-, Pflanzen- und Pilzarten als bedroht gelten. Wenn Ökosysteme durch die Abnahme der biologischen Vielfalt aus dem Gleichgewicht geraten, ist auch der Mensch in hohem Masse davon betroffen, da Dienstleistungen von der Natur, von welchen der Mensch profitiert, nicht mehr bereitgestellt werden können.

Entgegen der wissenschaftlichen Fakten geht jedoch eine Mehrheit der Schweizer Bevölkerung davon aus, dass die Biodiversität in der Schweiz in einem guten Zustand ist. Diese Einschätzung ist problematisch, denn Massnahmen zum Schutz der Biodiversität sind gemäss Hanski (2005) nur dann nachhaltig, wenn die Bevölkerung den Biodiversitätsverlust als Problem anerkennt und den Handlungsbedarf sieht. Um diese Wissenslücken zu schliessen, den Handlungsbedarf sichtbar zu machen und die Biodiversität zu fördern, spielt die Bildung eine zentrale Rolle. In Mittelschulen kommt dem Geographieunterricht eine besondere Bedeutung zur Biodiversitätsbildung zu. Da sich das Schulfach Geographie definitionsgemäss sowohl mit der Erde als physischer Raum, als auch als Ort menschlichen Lebens und Handelns beschäftigt, eignet es sich besonders für (Umwelt-) Themen, die naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Aspekte beinhalten – was die Biodiversität miteinschliesst.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, das Potenzial des Schulfachs Geographie in Mittelschulen zur Biodiversitätsförderung in der Praxis zu untersuchen und die Forschungsfrage *«Welchen Beitrag kann der Geographieunterricht in Mittelschulen zur Sensibilisierung für den Erhalt der Biodiversität leisten?»* zu beantworten. Dazu wurde eine Fallstudie an fünf Gymnasien in den Kantonen Aargau, Zürich und Graubünden durchgeführt. Die Grundlage für das Abschätzen des Potenzials bildete eine Untersuchung zum aktuellen Stellenwert der Biodiversität im Geographieunterricht, welche eine Lehrplananalyse von 23 kantonalen Rahmenlehrplänen und schulinternen Fachlehrplänen und Leitfaden-Interviews mit fünf Geographielehrpersonen umfasste. Eine schriftliche Befragung von Mittelschüler*innen lieferte Erkenntnisse zum aktuellen Wissensstand der Schüler*innen zur Biodiversität. Um zudem die Integrationsmöglichkeiten des Themas Biodiversität im Geographieunterricht in der Praxis zu prüfen, wurde eine Unterrichtseinheit à zwei Lektionen durchgeführt und ausgewertet.

Die Befragung der Schüler*innen zeigte einen deutlichen Anstieg des Bekanntheitsgrads des Begriffs «Biodiversität»; der besorgniserregende Zustand wurde jedoch nicht erkannt. In der Lehrplananalyse wurde festgestellt, dass die Biodiversität in den Lehrplänen der Geographie sehr selten explizit erwähnt wird; mit Lerngebieten wie dem Klimawandel, der Siedlungsentwicklung oder der Landwirtschaft aber Themen vorhanden sind, die potenzielle Anknüpfungspunkte für eine Thematisierung darstellen. Dass diese Anknüpfungspunkte in der Praxis bereits genutzt werden, zeigten die Interviews. Die Lehrpersonen gaben an, die Biodiversität im gegenwärtigen Unterricht im Zusammenhang mit der Raumplanung, dem Klimawandel oder der Landwirtschaft zu thematisieren. Die Auswertung der Unterrichtseinheit machte die Interessen der Schüler*innen deutlich: Der Bezug der Biodiversität zum Mensch war der Aspekt, der die Schüler*innen am meisten interessierte. Durch seine Stellung als Brückenfach zwischen Natur- und Sozialwissenschaften kann das Fach Geographie somit insbesondere durch die Betrachtung des Einflusses des Menschen auf die Biodiversität und deren Förderung einen wertvollen Beitrag leisten.

Inhalt

Vorwort und Danksagung	iii
Zusammenfassung	iv
Inhalt	v
Abbildungen.....	vii
Tabellen	viii
Definitionen	ix
1 Einführung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Forschungsvorhaben.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit	3
2 Forschungsstand	4
2.1 Zustand der Biodiversität	4
2.2 Ursachen für Biodiversitätsabnahme.....	5
2.2.1 Erhöhte Stickstoff- und Phosphoreinträge	6
2.2.2 Einsatz von Insektiziden und Herbiziden	7
2.2.3 Einfuhr von gebietsfremden invasiven Arten	8
2.2.4 Anthropogener Klimawandel.....	9
2.2.5 Zunahme der Siedlungsfläche.....	11
2.3 Ökologische Vernetzung	12
2.4 Öffentliche Wahrnehmung der Biodiversität.....	14
2.4.1 Kenntnisse des Begriffs und Wissensquellen.....	14
2.4.2 Zustand der Biodiversität in der Schweiz	15
2.4.3 Bedrohungen für die Biodiversität	16
2.4.4 Abnehmende Artenvielfalt als Bedrohung für den Menschen	16
3 Biodiversität in Lehrplänen	17
3.1 Lehrplananalyse	17
3.1.1 Vorgehen.....	17
3.1.2 Resultate.....	19
3.2 Eidgenössischer Rahmenlehrplan	21
4 Methoden	23
4.1 Schriftliche Befragung	23
4.1.1 Theoretischer Hintergrund	23
4.1.2 Durchführung der Befragung	24
4.1.3 Stichprobe.....	25
4.1.4 Fragebogen und Hypothesen	27
4.1.5 Pretest	28
4.1.6 Datenanalyse.....	28

4.2	Qualitative Interviews	31
4.2.1	Entstehungssituation der Interviews	31
4.2.2	Qualitative Inhaltsanalyse	31
4.3	Unterrichtseinheit	34
4.3.1	Planung und Durchführung.....	34
4.3.2	Auswertung der Unterrichtseinheit	37
5	Resultate	42
5.1	Schriftliche Befragung	42
5.2	Qualitative Interviews	49
5.2.1	Stellenwert der Biodiversität im gegenwärtigen Unterricht	49
5.2.2	Stellenwert der Biodiversität im zukünftigen Geographieunterricht	51
5.3	Unterrichtseinheit	54
5.3.1	Auswertung der Hypothesen	54
5.3.2	Schriftliche Lernkontrolle.....	59
5.3.3	Wichtigste Erkenntnis	60
6	Diskussion.....	63
6.1	Gegenwärtige Vermittlung der Biodiversität in Mittelschulen	63
6.2	Wahrnehmung der Biodiversität.....	64
6.2.1	Definition des Begriffs und Herkunft des Wissens	64
6.2.2	Einschätzung des Zustandes der Artenvielfalt in der Schweiz.....	65
6.2.3	Bedrohungen für die Artenvielfalt.....	66
6.2.4	Abnahme der Artenvielfalt als Bedrohung für die Menschen	66
6.3	Gestaltung einer Unterrichtseinheit	66
7	Fazit	71
7.1	Schlussfolgerung	71
7.2	Ausblick.....	72
7.3	Reflexion.....	73
7.3.1	Schriftliche Befragung	73
7.3.2	Qualitative Interviews	74
7.3.3	Unterrichtseinheit.....	74
8	Literatur.....	75
9	Anhang	Fehler! Textmarke nicht definiert.
10	Eigenständigkeitserklärung	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildungen

Abbildung 1: Anteil der gefährdeten Pflanzen-, Tier- und Pilzarten in der Schweiz	4
Abbildung 2: Entwicklung des Frühlingsindex (1954 – 2020)	10
Abbildung 3: Veränderung der Siedlungsfläche in Buchs (AG) zwischen 1964 und 2012	11
Abbildung 4: Zunahme der Lichtverschmutzung in der Schweiz	11
Abbildung 5: Elemente eines ökologischen Netzwerks	13
Abbildung 6: Relative Verteilung der befragten Schulklassen nach Klassenstufe	25
Abbildung 7: Relative Verteilung der Wohnorte nach Gemeindetypus	26
Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Wohnorte nach Bezirk	26
Abbildung 9: Kenntnisse des Begriffs Biodiversität nach Klassenstufe	42
Abbildung 10: Wissensquellen der Begriffskenntnisse	43
Abbildung 11: Definition des Begriffs Biodiversität	44
Abbildung 12: Eigenschaften von Orten mit hoher Artenvielfalt	46
Abbildung 13: Persönliche Betroffenheit der Abnahme der Artenvielfalt in der Zukunft	48
Abbildung 14: Wörterwolke: Auswirkungen der Abnahme der Biodiversität	48
Abbildung 15: Persönliche Betroffenheit und Betroffenheit der Menschheit insgesamt	49
Abbildung 16: Beitrag der Medien zum Lernfortschritt	54
Abbildung 17: Lernfortschritt nach Klassenstufe	55
Abbildung 18: Interesse vor der Unterrichtseinheit nach Lehrperson	56
Abbildung 19: Interesse nach der Unterrichtseinheit nach Lehrperson	56
Abbildung 20: Verhältnis von Theorie und Praxis nach Klassenstufe	57
Abbildung 21: Schwierigkeitsgrad nach Klassenstufe	58
Abbildung 22: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 2	61
Abbildung 23: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 3	62
Abbildung 24: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 4	62

Tabellen

Tabelle 1: Geschätzte Anzahl verschiedener Pflanzenarten	15
Tabelle 2: Erwähnung der Biodiversität in den Lehrplänen der Biologie und Geographie	19
Tabelle 3: Anzahl befragte Schulklassen und Schüler*innen nach Kanton	24
Tabelle 4: Kategorien, Ankerbeispiele und Kodierregeln der qualitativen Analyse	32
Tabelle 5: Kürzel zur Anonymisierung der Lehrpersonen	33
Tabelle 6: Anzahl Klassen und Schüler*innen für die Unterrichtseinheit	35
Tabelle 7: Kodierung der Antwortkategorien	38
Tabelle 8: Geschätzte Anzahl Pflanzenarten in vier Lebensräumen	45
Tabelle 9: Signifikanzwerte der Korrelationsanalyse nach Spearman	45
Tabelle 10: Häufigkeitstabelle der Bedrohungen für die Artenvielfalt	47
Tabelle 11: Notendurchschnitte nach Klassen	60

Definitionen

Aktionsplan «Strategie Biodiversität Schweiz»

Der Aktionsplan «Strategie Biodiversität Schweiz» ist der Aktionsplan des Bundes zur Umsetzung der Strategie «Biodiversität Schweiz» und beinhaltet einen Katalog konkreter Massnahmen zur Förderung der Biodiversität beispielsweise in der Bildung, Landwirtschaft oder Wirtschaft (BAFU 2017a: 11).

Biodiversität

Die Biodiversität wird definiert als *«die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme.»* (CBD 1992: 3, eigene Übersetzung).

Die Vielfalt innerhalb der Arten bezeichnet die genetische Vielfalt, unter welcher meist die Vielfalt der Allele innerhalb einer Population verstanden wird (Vellend und Gerber 2005: 768).

Der Begriff «Artenvielfalt» wird meist verwendet, um die Anzahl verschiedener Arten in einem bestimmten Gebiet anzugeben (= Artenreichtum) (Wittig und Niekisch 2014: 13). Ein weiteres Mass für die Artenvielfalt ist die Gleichmässigkeit der Arten, d.h. die relative Häufigkeit, mit der jede Art in einem Gebiet vertreten ist (Wittig und Niekisch 2014: 13). Falls nicht anders gekennzeichnet, ist in der vorliegenden Arbeit mit «Artenvielfalt» der Artenreichtum gemeint.

Ökosysteme setzen sich zusammen aus Lebensgemeinschaften unterschiedlicher Arten (= Biozönose) und deren Lebensraum (= Biotop); Biotop und Biozönose sind eng miteinander verbunden (Wittig und Niekisch 2014: 17). Die Vielfalt der Ökosysteme ist stark abhängig von den landschaftlichen Gegebenheiten, sodass eine Vielzahl unterschiedlicher Landschaften Voraussetzung ist für eine Vielfalt an Ökosystemen (Wittig und Niekisch 2014: 17).

Biodiversitätshotspots

«Regionen mit einer besonders hohen und zugleich stark bedrohten Artenvielfalt» (Myers et al. 2000: 853).

Biodiversitätskonvention

Die Biodiversitätskonvention (Übereinkommen über die biologische Vielfalt) ist das erste internationale Abkommen zum Schutz der Biodiversität und wurde im Jahr 1992 an der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (Rio-Konferenz) unterzeichnet (CBD 1992: 2). Die inzwischen 196 Vertragspartner verpflichten sich mit der Unterzeichnung der Konvention, geeignete Massnahmen zum Schutz und zur Nutzung der Biodiversität zu unterstützen, sowie den Zugang zu genetischen Ressourcen und deren Nutzung gerecht zu regeln (Wittig und Niekisch 2014: 4).

Eutrophierung

Die Bedeutung des Begriffs «Eutrophierung» hat sich im Laufe der Zeit verändert. Ursprünglich wurde unter «Eutrophierung» ein *«natürlicher Prozess der Gewässeralterung, bei dem die Gewässer zunehmend produktiver werden»* (Nausch 2011: 165) verstanden, welcher sehr langsam vonstattengeht. Heute versteht man unter «Eutrophierung» einen anthropogen verursachten Prozess: *«Eutrophierung ist analog zur natürlichen Seenalterung die erhöhte Versorgung von Gewässern mit Pflanzennährstoffen (Stickstoff und Phosphor) durch menschliche Aktivitäten in den Einzugsgebieten und die dadurch gesteigerte Produktion von Algen und höheren Wasserpflanzen.»* (Nausch 2011: 165)

Fragmentierung von Habitaten

Die Fragmentierung von Habitaten wird von verschiedenen Autor*innen unterschiedlich definiert. In der vorliegenden Arbeit bezeichnet die Fragmentierung von Habitaten nach Fahrig (2003) *«ein Prozess, der einen zusammenhängenden Lebensraum einer Art in mehrere kleinere, von einander isolierte Lebensräume teilt»* (Fahrig 2003: 491). Diese Definition beinhaltet gemäss Fahrig (2003) vier Prozesse (Fahrig 2003: 491):

- Verlust von Lebensraum
- Zunahme der Anzahl von Lebensräumen
- Abnahme der Grösse der Lebensräume
- Zunahme der Isolation von Lebensraum

Frühlingsindex

Der Frühlingsindex wird aus den ersten zehn phänologischen Frühlingsphasen im Jahr berechnet (Zeitpunkte der Blüte des Haselstrauchs, Blüte des Huflattichs, Blüte des Buschwindröschens, Blüte des Kirschbaumes, Blattentfaltung der Rosskastanie, Blattentfaltung des Haselstrauchs, Nadelaustrieb der Lärche, Blüte des Löwenzahns, Blüte des Wiesenschaumkrautes und Blattentfaltung der Buche) und zeigt den Zeitpunkt der Vegetationsentwicklung im Frühling als Abweichung in Tagen vom langjährigen Mittel 1981-2010 (MeteoSchweiz 2020: o.S.).

gebietsfremd

Als «gebietsfremd» werden jene Tier-, Pflanzen- und Pilzarten bezeichnet, die nach der Entdeckung Amerikas, der Ausgangspunkt des weltweiten Handels und Personenverkehrs, ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets durch menschliches Zutun eingewandert sind und sich in diesem Gebiet etabliert haben (Nobis 2008: 47).

Herbizide

Als Herbizide im weitesten Sinn bezeichnet man *«chemische Verbindungen, die das Wachstum höherer Pflanzen beeinflussen können»* (Thier 1974: 244). Herbizide hemmen die normale Entwicklung von Pflanzen, indem sie in die Atmung der Pflanze, die Photosynthese oder den Stoffwechsel eingreifen (Thier 1974: 244).

Insektizide

«Substanzen, die zur Abtötung von Insekten angewendet werden» (Börner 2009: 551)

invasiv

Der Begriff umfasst diejenigen nichteinheimischen Organismen, welche *«sich in neuen Gebieten etablieren, invasionsartig ausbreiten und Probleme verursachen»* (AUE 2009: 2).

Lichtverschmutzung

«Veränderung der natürlichen Lichtmenge in der nächtlichen Umgebung durch künstliches Licht» (Falchi 2011: 2714).

Nachtdunkelheit

«Hintergrunddunkelheit einer mondlosen Nacht» (BFS 2016: Flächenanteile mit Nachtdunkelheit, Zugriff: 15.05.2020).

Ökoregion

«Grosse Land- oder Wasserflächen, die eine ähnliche Artzusammensetzung, ähnliche Umweltbedingungen und charakteristische ökologische Dynamiken aufweisen» (Olsen und Dinerstein 2002: 200, eigene Übersetzung).

Ökosystemdienstleistungen

Mit Ökosystemdienstleistungen werden Funktionen von Ökosystemen bezeichnet, von welchen der Mensch profitiert (Cardinale et al. 2012).

Sekundarstufe II

Die Sekundarstufe II umfasst neben Mittelschulen (=Gymnasien, gymnasiale Maturitätsschulen) auch Fachmittelschulen, Berufsmittelschulen und die berufliche Grundbildung (=Berufsbildung) (EDK 2019: o.S.). Vom Kanton getragene Mittelschulen werden als Kantonsschulen bezeichnet. Die ersten zwei Jahre des in einigen Kantonen angebotenen sechsjährigen Langzeitgymnasiums werden zur Sekundarstufe I gezählt (EDK 2019: o.S.).

Rote Liste

Anhand des geographischen Verbreitungsgebiets, der Abnahme der Populationsgrösse, der Anzahl adulter und fortpflanzungsfähiger Individuen und des Aussterberisikos wird eine Art in eine von acht Kategorien (ausgestorben (EX), in der Natur ausgestorben (EW), vom Aussterben bedroht (CR), stark gefährdet (EN), gefährdet (VU), potenziell gefährdet (NT), nicht gefährdet (LC), ungenügende Datengrundlage (DD) oder nicht beurteilt (NE)) eingeordnet (IUCN 2020: o.S.).

Strategie «Biodiversität Schweiz»

Die Strategie «Biodiversität Schweiz» wurde 2012 verabschiedet und umfasst zehn strategische Ziele, um die Biodiversität in der Schweiz und global langfristig zu erhalten und zu fördern (BAFU 2012a). Die Strategie «Biodiversität Schweiz» wurde als Antwort auf das Kernziel 17 der unter «Strategischer Plan 2011 – 2020 für den Erhalt der Biodiversität» genannten Aichi Biodiversitätsziele verfasst, das verlangte, dass bis 2015 alle Vertragsparteien wirksame Biodiversitätsstrategien und Aktionspläne ausgearbeitet, als Politikinstrument verabschiedet und mit ihrer Umsetzung begonnen haben (CBD 2018: o.S.).

Strategischer Plan 2011 – 2020 für den Erhalt der Biodiversität

Nachdem das Ziel der Biodiversitätskonvention (CBD) bis 2010 den Verlust der biologischen Vielfalt auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene signifikant zu bremsen, nicht erreicht worden war, wurde der Strategische Plan 2011-2020 für die Erhaltung der biologischen Vielfalt entwickelt, der 20 Kernziele, die sogenannten Aichi Biodiversitäts-Ziele, enthält (CBD 2020:

o.S.). Diese Ziele sollen nicht nur die Biodiversitätsabnahme aufhalten, sondern auch das Konzept der Nachhaltigkeit berücksichtigen (CBD 2018: o.S.).

1 Einführung

1.1 Problemstellung

In den vergangenen 100 Jahren hat die Biodiversität massiv abgenommen – weltweit (Böhm et al. 2013) und in der Schweiz (BAFU 2017b: 9). Hierzulande gelten mittlerweile 47% aller beurteilten Lebensräume (BAFU 2014a: 12) und 36% aller beurteilten Tier-, Pflanzen- und Pilzarten als bedroht (BAFU 2014a: 13). Für diese Entwicklung sind zu einem kleinen Teil natürliche Prozesse wie extreme Wetterereignisse oder periodische Klimaschwankungen verantwortlich. Der Grossteil der Biodiversitätsabnahme wird aber durch menschliche Einflüsse wie die Umweltverschmutzung, die Verbreitung gebietsfremder invasiver Arten, den anthropogenen Klimawandel oder die Fragmentierung von Lebensräumen verursacht (Nelson et al. 2006). Der Verlust der biologischen Vielfalt gefährdet die Stabilität von Ökosystemen, beispielsweise durch einen geringeren Widerstand gegen Krankheitserreger oder veränderte Räuber-Beute-Beziehungen (Tilman et al. 2014). Die Biodiversitätsabnahme gehört darüber hinaus zu den grössten Bedrohungen für die Menschheit, denn, wenn Ökosysteme instabil werden und die Produktivität abnimmt, wird die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen beeinträchtigt (Cardinale et al. 2012).

Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, ist der Kenntnisstand der Schweizer Bevölkerung zur Biodiversität und deren Abnahme eher gering (Schaub und Welte 2017: 16, Bieri et al. 2010: 13). So führten Schaub und Welte (2017) eine Befragung mit 1000 Personen durch, welche ergab, dass eine Mehrheit der Schweizer Bevölkerung davon ausging, dass die Biodiversität in der Schweiz – entgegen der wissenschaftlichen Fakten – in einem eher (52%) bis sehr guten (9%) Zustand sei (Schaub und Welte 2017: 16-17). Ausserdem fühlte sich der Grossteil der Schweizer Bevölkerung persönlich nicht (13%) oder eher nicht (29%) von der Verarmung der Biodiversität betroffen (Schaub und Welte 2017: 18). Insofern besteht viel Sensibilisierungsbedarf, denn Massnahmen zum Schutz der Biodiversität sind nur dann nachhaltig, wenn die Bevölkerung die Biodiversitätsabnahme als Problem anerkennt und den Handlungsbedarf sieht (Hanski 2005: 390). Um die Aufklärung voranzutreiben, spielt die Bildung eine zentrale Rolle (Howe 2009: 115). Diese ist auch in folgendem Ziel in der Strategie «Biodiversität Schweiz» verankert:

«Sachkenntnisse über die in der Schweiz lebenden Arten, über die Biodiversität und ihren Wert, über die Leistungen der Ökosysteme und über Handlungsmöglichkeiten, Biodiversität zu erhalten, zu fördern und ihre Nutzung nachhaltig zu gestalten, sollen in allen Lehrplänen sämtlicher Bildungsstufen im Kontext von Bildung für Nachhaltige Entwicklung verankert werden» (BAFU 2012a: 63).

Im dazugehörigen Aktionsplan, welcher konkrete Massnahmen zur Förderung der Biodiversität beinhaltet, wird, anstelle der bisherigen biologiezentrierten Betrachtung, insbesondere die *fächerübergreifende* Thematisierung der Biodiversität verlangt (BAFU 2017a: 27). Das Schulfach Geographie beschäftigt sich definitionsgemäss mit der *«Erdoberfläche in ihrer räumlichen Differenzierung, ihrer physischen Beschaffenheit sowie als Raum und Ort des menschlichen Lebens und Handelns»* (Blotevogel 2001: Geographie, Zugriff: 16.05.2020) und stellt somit ein Brückenfach zwischen den Naturwissenschaften und Sozialwissenschaften dar. Basierend auf diesen theoretischen Grundlagen eignet es sich sehr gut für die Vermittlung von Umweltthemen wie

die Biodiversitätsabnahme, welche natur- und gesellschaftswissenschaftliche Aspekte beinhalten (DGfG 2014: 7).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, dieses theoretische Potenzial des Schulfachs Geographie zur Biodiversitätsförderung in der Praxis zu untersuchen.

1.2 Forschungsvorhaben

Das Potenzial des Schulfachs Geographie zur Biodiversitätsförderung soll im Rahmen einer Fallstudie an fünf Gymnasien in den Kantonen Aargau, Zürich und Graubünden auf der Sekundarstufe II abgeschätzt werden. Die Sekundarstufe II wird aus unterschiedlichen Gründen ausgewählt. Zum einen wurde ein Projekt des Schweizerischen Nationalparks, auf deren Ergebnissen diese Arbeit basiert, in Gymnasien auf der Sekundarstufe II durchgeführt, zum anderen sind mit dem parallelen Lehrdiplomstudium für Maturitätsschulen auch persönliche Interessen verantwortlich.

Die Fallstudie wird in verschiedenen Kantonen durchgeführt, da in der Schweiz die Organisation der Bildung auf Sekundarstufe II in der Kompetenz von kantonalen Bildungsdirektionen liegt und somit beispielsweise die Gestaltung der Lehrpläne, die die Grundlage für die Auswahl der Unterrichtsthemen bilden, in den Kantonen sehr unterschiedlich gehandhabt wird. Dadurch soll ein breiterer Gesamteindruck des Potenzials im Unterricht entstehen.

Die Grundlage für das Abschätzen des Potenzials bildet eine Standortbestimmung. Dabei soll geprüft werden, welchen Stellenwert die Biodiversität aktuell im Unterricht an Mittelschulen einnimmt. Dazu werden im Rahmen einer Lehrplananalyse 23 kantonale und schulinterne Fachlehrpläne aus 19 Deutschschweizer Kantonen untersucht und Interviews mit fünf Geographielehrpersonen geführt.

Um zudem die Integrationsmöglichkeiten des Themas Biodiversität im Geographieunterricht in der Praxis zu testen, wird eine Unterrichtseinheit à zwei Lektionen in acht Klassen (in den fünf zuvor erwähnten Schulen) durchgeführt und anschliessend mit den Schüler*innen und den Lehrpersonen ausgewertet. Entscheidend für den Inhalt dieser Lektionen ist unter anderem, welches Vorwissen die Schüler*innen in Bezug auf den Verlust der Biodiversität und deren Bedeutung für den Menschen mitbringen. Dieses Vorwissen wird mittels einer schriftlichen Befragung untersucht, welche die Begriffsdefinition, den Zustand der Biodiversität, Ursachen für den Biodiversitätsverlust und die Relevanz der Biodiversität für den Mensch abdeckt. Die Resultate der Befragung liefern ausserdem wichtige Hinweise auf den allgemeinen gegenwärtigen Aufklärungsbedarf der Jugendlichen, denn vergleichbare Untersuchungen liegen rund 10 Jahre zurück (Lindemann-Matthies und Bose 2008).

Im Zentrum der Arbeit steht somit die Frage:

«Welchen Beitrag kann der Geographieunterricht in Mittelschulen zur Sensibilisierung für den Erhalt der Biodiversität leisten?»

Dabei ist auch die Beantwortung der folgenden Unterfragen relevant:

- 1) Wie wird die Biodiversität gegenwärtig an Mittelschulen auf der Sekundarstufe II vermittelt?
- 2) Wie nehmen Mittelschüler*innen die Biodiversität wahr?
- 3) Wie kann eine Unterrichtseinheit gestaltet werden, die Mittelschüler*innen die Bedeutung und das Ausmass der Problematik der Biodiversitätsabnahme vermittelt?

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit wird in sieben Kapitel gegliedert. Nach dem einführenden Kapitel 1, wird in Kapitel 2 der Forschungsstand der Thematik erläutert, wobei auf den Zustand der Biodiversität, die Ursachen für deren Abnahme, die ökologische Vernetzung als Schutzmassnahme zum Erhalt sowie deren Wahrnehmung in der Öffentlichkeit und die Stellung der Biodiversität in der Wissenschaft Geographie eingegangen wird. In Kapitel 3 werden das Vorgehen und die Resultate der Lehrplananalyse beschrieben, die einen Teil der Standortbestimmung des der Biodiversität im Unterricht an Mittelschulen ausmacht. In Kapitel 4 werden die Methoden zur Datenerhebung und -analyse und die Lektionsplanung erklärt, deren Ergebnisse in Kapitel 5 dargelegt werden, bevor die Arbeit mit der Diskussion der Erkenntnisse (Kapitel 6) und der Schlussfolgerung (Kapitel 7) abgeschlossen wird.

2 Forschungsstand

In diesem Kapitel wird der aktuelle Stand in unterschiedlichen Bereichen der Biodiversitätsforschung erläutert. Diese fachlichen Grundlagen machen einerseits die Relevanz der Biodiversitätsförderung (im Schulunterricht) deutlich und dienen andererseits zum besseren Verständnis der Inhalte der Unterrichtseinheit sowie der Einordnung der Ergebnisse der Befragung der Schüler*innen. In den folgenden Unterkapiteln werden daher 1) der Zustand der Biodiversität in der Schweiz und die Ursachen, welche für diesen Zustand verantwortlich sind, beschrieben, 2) die ökologische Vernetzung als Massnahme zum Erhalt der Biodiversität erläutert und 3) die Wahrnehmung der Biodiversität in der Öffentlichkeit dargelegt. Abschliessend wird ausserdem die geographische Komponente der Biodiversitätsförderung illustriert.

2.1 Zustand der Biodiversität

In den vergangenen Jahrhunderten ist die Biodiversität weltweit – in erster Linie durch anthropogene Einflüsse (siehe Kapitel 2.2) – so stark zurückgegangen, dass einige Autoren*innen gar vom Beginn eines sechsten Massenaussterbens sprechen (Barnosky et al. 2011, Ceballos et al. 2015). Gemäss der Roten Liste für bedrohte Arten gelten global 27% der Tiere, Pflanzen und Pilze als vom Aussterben bedroht (IUCN 2020: o.S.). Dieser Wert könnte jedoch in Wahrheit noch höher sein, denn der Bedrohungsstatus wurde erst von 116'000 Arten, einem Bruchteil der bekannten Arten, evaluiert (IUCN 2020: o.S.).

In der Schweiz sind gemäss der Roten Liste 36% der bisher rund 10'000 Arten, für welche der Gefährdungsstatus erfasst wurde, bedroht (Cordillot und Klaus 2011: 10). 10% der Arten gelten zudem als «potenziell gefährdet» und bedürfen besonderer Aufmerksamkeit (Cordillot und Klaus 2011: 10). Bei diesen Arten besteht die Gefahr, dass sie in Zukunft in eine der Gefährdungskategorien gelangen. Zusammen mit den bereits gefährdeten Arten ergibt sich eine bedrohliche Situation für fast die Hälfte aller in der Schweiz beurteilten einheimischen Arten (Cordillot und Klaus 2011: 50, Abb. 1).

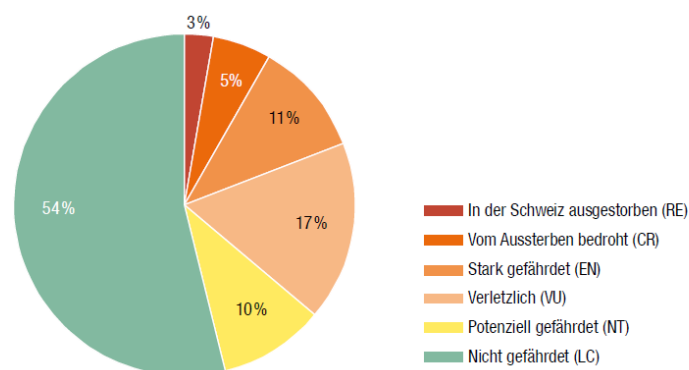


Abbildung 1: Anteil der gefährdeten Pflanzen-, Tier- und Pilzarten in der Schweiz
(Quelle: Cordillot und Klaus 2011: 50)

Doch nicht nur die Artenvielfalt als erste Ebene der Biodiversität, auch die Vielfalt der Ökosysteme in der Schweiz ist gefährdet. Von rund 160 bewerteten Lebensraumtypen in der Schweiz (von insgesamt 235 bekannten Lebensraumtypen), gelten 47% als bedroht (BAFU 2014a: 12). Besonders hoch ist der Anteil der Gewässer und Feuchtgebiete, was sich auch auf den Zustand der Organismengruppen, die auf diesen Lebensraum angewiesen sind, auswirkt. Von den 27 in der Schweiz evaluierten Organismengruppen (siehe Anhang A) gehören Amphibien, Wasserkäfer, Zehnfusskrebse und Armelechteralgen zu den am stärksten bedrohten Arten (Cordillot

und Klaus 2011: 11). Auch im Kulturland sind überdurchschnittlich viele Lebensräume gefährdet (BFS 2013: 14), im Wald dagegen weniger (Brändli 2010: 196), da dieser strengerem Schutz unterliegt und gerodete Flächen kompensiert werden müssen (BFS 2013: 18).

Im Gegensatz zum Zustand der Ökosystemvielfalt und der Artenvielfalt ist über den Zustand der dritten Ebene der Biodiversität, der genetischen Vielfalt, in der Schweiz (und auch global) vergleichsweise wenig bekannt (BAFU 2014a: 13). Dies liegt daran, dass einerseits die Genotypisierung einer ausreichend grossen Anzahl von Individuen sehr aufwändig und teuer ist (Manel et al. 2020: 2) und andererseits Studien darauf hinweisen, dass Arten und Gene von denselben Prozessen beeinflusst werden und somit von der Artenvielfalt in einem Gebiet auf die genetische Vielfalt in einem Gebiet geschlossen werden kann (Vellend und Geber 2005). Beispielsweise fördert eine höhere Einwanderungsrate in Kombination mit einer geringen Isolation eines Ortes sowohl die Artenvielfalt als auch die Genvielfalt (Vellend und Geber 2005: 770). Gleichzeitig führen zufällige Schwankungen in der Artenvielfalt (= ökologische Drift) auch zu Schwankungen in der Alleldiversität (= Gendrift) (Vellend und Geber 2005: 768). Somit kann ein Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und genetischer Vielfalt erwartet werden.

Einen solchen Zusammenhang stellten Manel et al. (2020) bei einer globalen Untersuchung der räumlichen Verteilung der genetischen Vielfalt von rund 3'800 Salz- und 1'600 Süsswasserfischen fest. Positive Korrelationen konnten auch in inselartigen Systemen von Organismen wie Schmetterlingen (Cleary und Mooers 2006), Sträuchern (He et al. 2008) und Fledermäusen (Struebig et al. 2011) gefunden werden. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht allgemeingültig, denn im Gegensatz zu obigen Ergebnissen ergab eine Metaanalyse im Mittelmeerraum, dass die genetische Vielfalt von Bäumen nicht mit der Artenvielfalt der Gefässpflanzen übereinstimmt (Fady und Conord 2010). In einer anderen Untersuchung von Gefässpflanzen in den Alpen und in den Karpaten konnte ebenfalls kein Zusammenhang zwischen diesen beiden Ebenen der Biodiversität festgestellt werden (Taberlet et al. 2016).

Diese unterschiedlichen Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass die Beziehung zwischen Artenvielfalt und genetischer Vielfalt wahrscheinlich skalenabhängige Effekte umfasst, die zu inkonsistenten Ergebnissen führen können (Taberlet et al. 2016: 1440). Daher bleibt die Frage einer möglichen Korrelation zwischen genetischer Vielfalt und Artenvielfalt umstritten. Das Fehlen einer Korrelation zwischen diesen beiden Ebenen der Biodiversität hätte jedoch Folgen für die Erhaltungsstrategien, da die Gestaltung von Schutzgebieten, die nur auf der Artenvielfalt basieren, die genetische Vielfalt möglicherweise nicht richtig einschätzen würden (Taberlet et al. 2016: 1440).

2.2 Ursachen für Biodiversitätsabnahme

Für den prekären Zustand der Biodiversität in der Schweiz und weltweit sind zu einem geringen Anteil natürliche Prozesse wie Vulkanausbrüche, extreme Wetterereignisse oder periodische Klimaschwankungen verantwortlich, der Grossteil der Biodiversitätsabnahme wird aber durch anthropogene Einflüsse verursacht (Nelson et al. 2006: 1). Diese haben in den vergangenen 100 Jahren die natürliche Aussterberate von 0.1 Art pro Million Arten pro Jahr um den Faktor 1000 vervielfacht (De Vos et al. 2014: 452). Die anthropogenen Einflüsse werden gesteuert von wirtschaftlichen Aktivitäten sowie demografischen, soziopolitischen, kulturellen, religiösen, wissenschaftlichen und technologischen Faktoren (Nelson et al. 2006: 2).

Der wachsende Verbrauch von natürlichen Ressourcen, speziell die zunehmende Nutzung fossiler Brennstoffe, führt zu einem erhöhten Druck auf die biologische Vielfalt. Die globale Wirtschaftstätigkeit hat sich zwischen 1950 und 2000 beinahe versiebenfacht und in den

kommenden 80 Jahren wird ein weiteres Wachstum des Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts um den Faktor 6.3 bis 18.6 prognostiziert (Leimbach et al. 2017: 221).

Doch nicht nur die stärkere Wirtschaftsleistung, sondern auch die wachsende Weltbevölkerung übt vermehrt Druck auf die Ökosysteme aus. In den vergangenen 55 Jahren hat sich die Weltbevölkerung von vier Milliarden auf 7.7 Milliarden nahezu verdoppelt (UN 2019: 5). Bis 2050 wird sie voraussichtlich 8,1 bis 9,6 Milliarden Menschen erreicht haben, wobei sich das Wachstum vor allem auf Asien und Afrika konzentrieren wird (UN 2014: 2). Parallel zum Bevölkerungswachstum hat sich das Verhältnis zwischen Land- und Stadtbevölkerung in den vergangenen 70 Jahren stark verändert. Während 1950 nicht einmal ein Drittel der Weltbevölkerung in Städten lebte, ist es seit 2007 mehr als die Hälfte (UN 2014: 7). Nach Berechnungen der UN werden es 2050 mehr als zwei Drittel sein (UN 2014: 7). Dadurch wird neben der zunehmenden Nachfrage nach Nahrung auch die Nachfrage nach Energie steigen, was sich negativ auf die Umweltressourcen und die Biodiversität auswirken dürfte (Elmqvist et al. 2013: 31).

Von diesen Faktoren beeinflusst gelten Nährstoffüberschüsse, der Einsatz von Insektiziden und Herbiziden, die Einfuhr gebietsfremder invasiver Arten, der Klimawandel und die Habitatfragmentierung als häufigste Ursachen für die Abnahme der biologischen Vielfalt (Butchart et al. 2010: 1164, Crooks 2017: 7635). Im Folgenden werden die Auswirkungen dieser Prozesse auf die Biodiversität in der Schweiz erläutert.

2.2.1 Erhöhte Stickstoff- und Phosphoreinträge

Nicht nur in der Schweiz, sondern auch global, gelten anthropogen verursachte Stickstoff- und Phosphoreinträge als zwei der wichtigsten Faktoren für Ökosystemveränderungen und Biodiversitätsverluste (Payne et al. 2017: 431, Ceulemans et al. 2014: 3814).

In der Schweiz beträgt der natürliche atmosphärische Eintrag 0.5 bis 2 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr (BAFU 2017b: 22). Durch menschliche Einflüsse ist dieser Wert auf durchschnittlich 19 Kilogramm Stickstoff pro Hektare pro Jahr angestiegen (BAFU 2017b: 22). Zwei Drittel dieser Einträge haben ihren Ursprung in Ammoniakemissionen der Landwirtschaft, welche vor allem beim Ausbringen von Gülle und Mist sowie durch die Stallhaltung entstehen; ein Drittel stammt aus Stickoxiden von Verbrennungsprozessen der Industrie, des Verkehrs und aus Heizungen (BAFU 2017b: 22). Diese reaktiven Stickstoffverbindungen beeinflussen den natürlichen Stickstoffkreislauf (Bobbink et al. 2010: 31). Ein Überschuss an Nährstoffen ist vor allem in nährstoffarmen Ökosystemen wie Trockenwiesen, Hoch- und Flachmooren problematisch, denn Pflanzenarten, die das hohe Nährstoffangebot besser verwerten können, verdrängen Pflanzenarten, die auf nährstoffarme Böden spezialisiert sind (Bobbink et al. 2010: 31), was zu einer Abnahme der Arten- und Ökosystemvielfalt führt. In der Schweiz sind sämtliche Hochmoore, 84% der Flachmoore und 42% der Trockenwiesen und -weiden sowie 95% der Wälder durch übermässige Stickstoffeinträge aus der Luft beeinträchtigt (BAFU 2014b: 15). Anthropogen erhöhte Nährstoffeinträge führen zudem zu einer Absenkung des pH-Werts im Boden, wodurch die Auswaschung von Nährstoffionen wie Kalzium und Magnesium verstärkt wird und die Freisetzung von toxischen Aluminium- und Eisenionen begünstigt werden kann (Stahr et al. 2012: 78). Durch diesen Prozess der Bodenversauerung wird die Nährstoffaufnahme von Baumwurzeln und Mykorrhiza behindert und Mikroorganismen können in diesem Milieu nicht überleben (Stahr et al. 2012: 79). Zudem sorgt die Nährstoffverarmung dafür, dass sich an saure, nährstoffarme Verhältnisse angepasste Vegetation verbreitet. Somit nimmt die Artenvielfalt ab (Stahr et al. 2012: 78).

Werden nicht alle Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen, wird Stickstoff als Nitrat ausgewaschen und gelangt in den Gewässerkreislauf (Di und Cameron 2002: 238). Nährstoffüberschüsse sind auch in aquatischen Systemen problematisch. In Gewässern profitieren vor allem Algenarten von diesem Nährstoffüberschuss (Krämer et al. 2016: 18). Durch das verstärkte Wachstum der Biomasse an der oberen Schicht des Gewässers, vor allem der Algen, kommt ein diesen Vorgang verstärkender Faktor hinzu: Die Algen wirken sich auf das Lichtangebot im Gewässer aus. Während tagsüber in den oberen Schichten der Gewässer die Sauerstoffsättigung zunimmt (durch die Produktion der Algen), entsteht in den tieferen Schichten ein Sauerstoffmangel, da die Algen den Lichteinfall in tiefere Schichten verhindern und Fischen wird so – mittlerweile in grossen Arealen – die Lebensgrundlage entzogen (Krämer et al. 2016: 18). Zur Eutrophierung tragen zudem Luftschadstoffe (z.B. Stickoxide und Methan) bei, die sich als Deposition auf Gewässern niederschlagen (Di und Cameron 2002: 238).

2.2.2 Einsatz von Insektiziden und Herbiziden

Neben Nährstoffeinträgen beeinträchtigt auch der hohe Einsatz von Insektiziden und Herbiziden die Biodiversität. Obwohl synthetische Pflanzenschutzmittel als wichtiger Faktor für den Verlust an biologischer Vielfalt bekannt sind, sind viele Auswirkungen auf die Biodiversität, insbesondere auf ganze Organismengruppen und Nicht-Ziel-Organismen noch nicht abschliessend geklärt (Beketov et al. 2013: 11039).

Geiger et al. (2010) konnten jedoch nachweisen, dass ein Zusammenhang besteht zwischen dem Ernteertrag, einem Indikator, der eng mit vielen verschiedenen Intensivierungsmassnahmen zusammenhängt, und der Artenvielfalt von Wildpflanzen, Laufkäfern und bodennistenden Ackerland-Vogelarten. Im Durchschnitt führte ein Anstieg des Getreideertrags von 4 auf 8 Tonnen pro Hektar in den untersuchten Gebieten zum Verlust von fünf von neun Pflanzenarten, zwei von sieben Laufkäferarten und einer von drei Vogelarten (Geiger et al. 2010: 103). Von den 13 untersuchten Komponenten der landwirtschaftlichen Intensivierung (Menge chemischer Stickstoffdünger, Mengen an organischem Dünger, Anzahl der Anwendungen von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden, ausgebrachte Menge von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden, die Anzahl der Kulturen pro Betrieb, die Feldgrösse, die Häufigkeit des Pflügens, die Häufigkeit der mechanischen Unkrautbekämpfung, Prozentsatz des Ackerlandes, der unter Agrarumweltprogramme fällt) hatte der Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln, insbesondere von Insektiziden und Fungiziden, die konsistentesten negativen Auswirkungen auf die Artenvielfalt von Pflanzen, Laufkäfern und bodennistenden Ackerlandvögeln sowie auch auf das Potenzial der biologischen Schädlingsbekämpfung (Geiger et al. 2010: 103).

Pflanzenschutzmittel können zudem in Bäche, Flüsse und Seen eingetragen werden. Forscher des Wasserforschungsinstituts Eawag haben in fünf Schweizer Fliessgewässern Spuren von über 100 verschiedenen Pflanzenschutzmitteln und Bioziden nachgewiesen; bei 31 Substanzen wurde der Grenzwert überschritten (Moschet 2015: 60). Bei der Betrachtung dieser Ergebnisse muss jedoch auch bedacht werden, dass eine Überschreitung der Grenzwerte im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Sensibilität der Messinstrumente stehen kann oder durch neue Forschungsergebnisse Grenzwerte abgesenkt wurden.

Neonicotinoide gehören weltweit zu den am meisten verbreiteten Insektiziden (Bass et al. 2015: 78). Dabei handelt es sich um systemische Insektizide, d.h. sie verteilen sich beim Heranwachsen der Pflanze im gesamten Organismus (Bonmatin et al. 2015: 36). Dadurch werden nicht nur Frassinsekten, sondern auch blütenbesuchende Bestäuber getötet. Mittlerweile gilt es als gesichert, dass sich die Anwendung der Neonicotinoide dauerhaft nachteilig auf Insektenbestände

auswirkt (Bonmatin et al. 2015: 36). Die damit einhergehende reduzierte Bestäubungsleistung wirkt sich nicht nur auf landwirtschaftliche Erträge negativ aus (Garibaldi et al. 2013: 1608), sondern auch auf von Wildbienen bestäubte Wildpflanzen (Bonmatin et al. 2015: 35). Gemäss Sánchez-Bayo (2014) wird zudem lediglich ein Bruchteil der Neonicotinoide (2-20%) tatsächlich von den Pflanzen aufgenommen, der Rest gelangt bei einer Anwendung auf bzw. in den Boden und durch Verdriftung mit dem Wind auf andere Flächen, auch auf biologisch bewirtschaftete Felder (Sánchez-Bayo 2014: 806). Seit 2018 ist die Anwendung von Neonicotinoiden in der Schweiz aufgrund dieser negativen Auswirkungen nur noch in geschlossenen Gewächshäusern erlaubt (EDI 2018).

Im Gegensatz dazu ist die Anwendung des Herbizid-Wirkstoffs Glyphosat in der Schweiz auch im Freiland erlaubt und weit verbreitet (BLV 2018: 1). Glyphosat ist ein sogenanntes Breitbandherbizid, d.h. es wirkt umfassend gegen jegliche Grünpflanzen (Thier 1974: 244). Ergebnisse verschiedener Studien weisen darauf hin, dass sich die grossflächige Anwendung des Herbizids beispielsweise negativ auf den Erfolg der Bienenvölker bei der Nahrungssuche auswirkt und so, neben anderen Faktoren, einen Beitrag zum Bienensterben leistet. Motta, Raymann und Moran (2018) konnten nachweisen, dass der Kontakt von Honigbienen mit Glyphosat deren Darmflora verändert und so die Anfälligkeit für Infektionen erhöht (Motta, Raymann und Moran 2018: 10305). Die Ergebnisse von Balbuena et al. (2015) deuten zudem darauf hin, dass der Kontakt von Honigbienen mit Glyphosat die Fähigkeit der Orientierung beeinträchtigt, was sich negativ auf den Erfolg bei der Nahrungssuche auswirkt (Balbuena et al. 2015: 2799).

2.2.3 Einfuhr von gebietsfremden invasiven Arten

In der Schweiz sind über 800 gebietsfremde Arten (BAFU 2017b: 24), davon 600 Pflanzenarten, erfasst (Infoflora 2020: o.S.). 107 der gebietsfremden Arten, davon 58 Pflanzenarten, gelten als invasiv oder potenziell invasiv (Gerber und Schaffner 2014: 150).

Invasive Neophyten, die auf der Schwarzen Liste stehen und deren Einfuhr in die Schweiz verboten ist, sind gebietsfremde Staudenknötericharten. Im 19. Jahrhundert wurden einige Staudenknötericharten aus Ostasien als Zierpflanzen nach Europa und Nordamerika eingeführt; in der Zwischenzeit haben sie sich stark ausgebreitet – mit fatalen Auswirkungen auf die einheimische Flora (Gerber und Schaffner 2014: 151). An vielen Standorten bilden gebietsfremde Staudenknöteriche dichte Bestände, in denen die meisten einheimischen Arten nur in geringer Dichte vorkommen oder vollständig fehlen, da die Staudenknöteriche verschiedene Mechanismen einsetzen, um einheimische Arten zu verdrängen (Gerber und Schaffner 2014: 152). Beispielsweise sondern sie Substanzen in den Boden ab, die das Wachstum anderer Pflanzenarten hemmen (Murrell et al. 2011). Bienen und andere Bestäuberinsekten meiden das Innere von dichten Staudenknöterichbeständen, sodass die Samenproduktion von Pflanzen, die auf Insekten angewiesen sind, abnimmt (Gerber et al. 2007: 2323). Zudem sind viele Insektenarten eng an einheimische Pflanzenarten gebunden. Werden diese von Staudenknöterichen verdrängt, verschwinden auch sie (Gerber und Schaffner 2014: 152). Gebietsfremde Staudenknöteriche können auch beachtliche wirtschaftliche Schäden anrichten, denn ihre kräftigen Triebspitzen durchdringen Asphaltdecken, Gebäudefundamente, Betonmauern und Entwässerungsrohre (Murrell et al. 2011: 39).

Gebietsfremde invasive Pflanzenarten sind besonders häufig im urbanen Raum auf Ruderalflächen – Sand, Kies, Schotter – zu finden, die durch häufige Störung oder Trockenheit nur eine lückenhafte Vegetation aufweisen (Obrits 2012: 2). In Bahn- und Industriearealen stellen

gebietsfremde invasive Arten heute oft die artenreichste Pflanzengruppe dar (Obrits 2012: 3-4). In Zukunft dürften die invasiven gebietsfremden Arten zahlenmässig weiter zunehmen, weil die Transporte von Personen und Gütern weltweit wachsen und der Klimawandel für zahlreiche dieser Arten günstigere Umweltbedingungen schafft (Hellmann et al. 2008: 538).

2.2.4 Anthropogener Klimawandel

Veränderungen des Klimas, insbesondere die globale Erwärmung, wirken sich in vielerlei Hinsicht auf den Zustand der biologischen Vielfalt aus (Bellard et al. 2012). Verbreitungsgebiete von Tier-, Pflanzen und Pilzarten verändern sich, Populationsgrössen nehmen ab, Fortpflanzungszeitpunkte sowie Zeitpunkte von Migrationsereignissen verschieben sind und die Häufigkeit von Schädlings- und Krankheitsausbrüchen durch gebietsfremde Arten, die dank des Klimawandels neuen Lebensraum besiedeln können, nimmt zu (Gerber und Schaffner 2014: 152).

Die Erwärmung in höheren Gebirgslagen schreitet in der Schweiz (und global) besonders schnell voran (Pepin et al. 2015), weshalb Tier- und Pflanzenarten im alpinen Lebensraum, die sich speziell an diese Lebensbedingungen angepasst haben, besonders von der globalen Erwärmung betroffen sind (Jackson, Gergel und Martin 2015). Sie sind oftmals nicht in der Lage, sich schnell genug an die klimatischen Veränderungen zu adaptieren (Hof et al. 2011) oder sie leben möglicherweise bereits nahe an ihrer physiologischen Grenze (Furrer et al. 2016: 788). Eine Möglichkeit der Anpassung an den Klimawandel ist die Verlagerung in höhere Höhenlagen (Parmesan und Yohe 2003), was jedoch für Gebirgsarten das Risiko der Ausrottung weiter erhöht, denn je weiter sie an Berghängen aufsteigen, desto kleiner ist der potenzielle Lebensraum und desto stärker ist er fragmentiert, da mit zunehmender Erwärmung sich auch die Distanz zwischen geeigneten Habitaten (Berggipfeln) vergrössert (Elsen und Tingley 2015: 772).

Bereits heute können ökologische Auswirkungen des Anstiegs der globalen Jahresmitteltemperatur beobachtet werden. Für grosse Regionen Europas stellten Menzel und Fabian (1999) fest, dass Blattentfaltung und Blüte im Jahr 1999 im Mittel rund sechs Tage früher auftraten als noch 30 Jahre zuvor, während sich Blattverfärbung oder Blattfall im selben Zeitraum fast überall um durchschnittlich 4.8 Tage verspäteten (Menzel und Fabian 1999: 659). Die Vegetationsperiode hat sich somit um rund elf Tage verlängert, was Auswirkungen auf Nahrungsnetze und die Bestäubung hat (Menzel und Fabian 1999: 659). Dieser Trend setzte sich auch in den folgenden Jahren fort (MeteoSchweiz 2020: o.S.). Die Zeitreihe des Frühlingsindex zeigt, dass sich die Frühlingsvegetation mit Ausnahme weniger Jahre seit Mitte der 1980er Jahre jedes Jahr überdurchschnittlich früh entwickelte (Abb. 2).

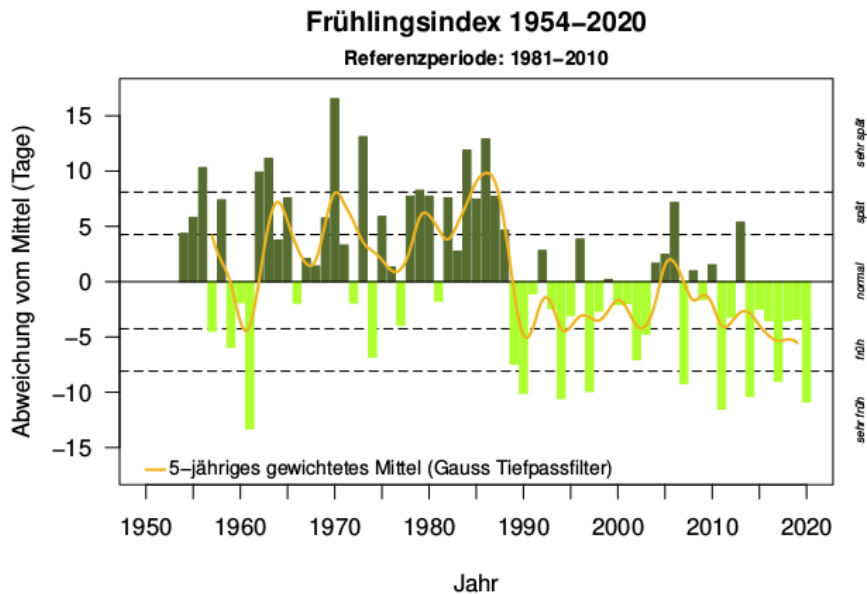


Abbildung 2: Entwicklung des Frühlingsindex (1954 – 2020) im Vergleich zur Referenzperiode (Quelle: MeteoSchweiz 2020)

Auch im Tierreich können Veränderungen beobachtet werden. Eine Vielzahl von Vogelarten in Europa und Nordamerika brütete 1999 im Mittel 6 bis 14 Tage früher als noch 30 Jahre zuvor (Walther et al. 2002: 391). Es kann davon ausgegangen werden, dass sich dieser Trend auch in den folgenden Jahren fortsetzte.

Auch in den Abflug- und Heimkehrzeiten von Zugvögeln sind Veränderungen gegenüber früheren Jahrzehnten sichtbar. Es ist ein deutlicher Trend zu einer verfrühten Ankunft der Vögel in den Durchzugs- und Brutgebieten zu verzeichnen (Hüppop et al. 2008: 295). So wurde beispielsweise auf Helgoland eine mittlere Verfrühtung der Heimzugzeiten von 24 Arten von 8.6 Tagen zwischen 1960 und 2007 verzeichnet (Hüppop et al. 2008: 295). Die Veränderung der Wegzugzeiten ist weniger einheitlich als die Veränderung der Heimzugzeiten. Es werden sogar Trends zum verfrühten und verspäteten Wegzug an gleichen Orten beobachtet (Hüppop et al. 2008: 296).

2.2.5 Zunahme der Siedlungsfläche

Zwischen 1985 und 2009 stieg die Siedlungsfläche in der Schweiz um 23% an (Abb. 3, BFS 2013: 8-9), überwiegend auf Kosten von Landwirtschaftsflächen, wodurch Arten, die an Kulturland gebunden sind (viele Vogel- und Insektenarten sowie kleine Säugetiere), der Lebensraum entzogen wird.

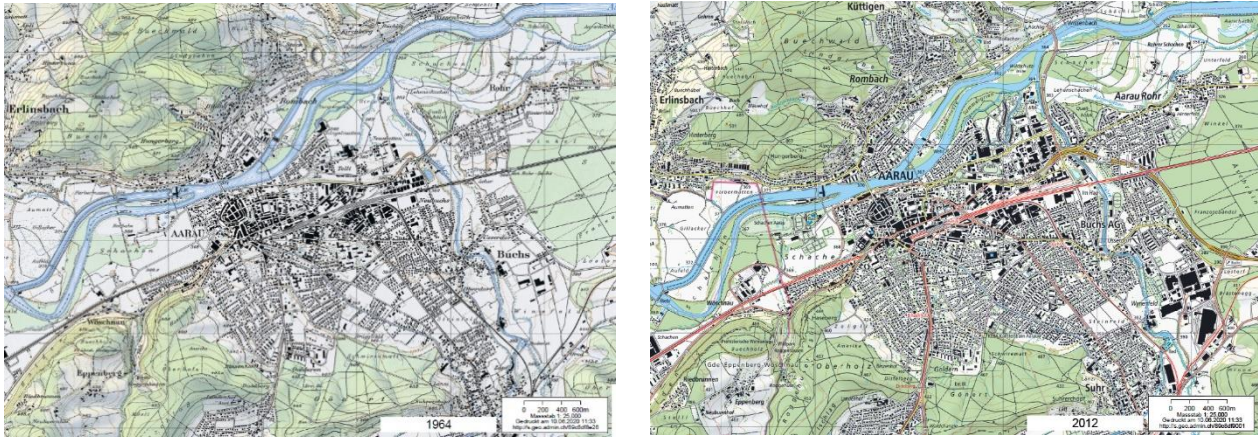


Abbildung 3: Veränderung der Siedlungsfläche in Buchs (AG) zwischen 1964 und 2012 (Quelle: Swisstopo 2019)

Mit der Ausdehnung der Siedlungsfläche nehmen ausserdem die Lärmbelastung, die Luft- und die Lichtverschmutzung zu (Abb. 4, Jaeger et al. 2007: 10).

Während im Mittelland seit 1996 und im Jura seit 2008 an keinem Ort mehr Nachtdunkelheit herrscht, ist die Fläche mit Nachtdunkelheit in den Alpen in den vergangenen 25 Jahren von 41% auf 23% gesunken (BFS 2016: o.S.). Dies wirkt sich sowohl auf die Pflanzenwelt, als auch auf die Tierwelt negativ aus. Der Einfluss von künstlichem Licht auf Pflanzen ist erst wenig erforscht, in einer britischen Studie konnte jedoch bewiesen werden, dass ein Zusammenhang besteht zwischen der künstlichen Helligkeit und dem Zeitpunkt von Pflanzenaustrieb (Ffrench-Constant et al. 2016). Ein starker Effekt konnte auch auf die Bewegung von Insekten im Raum, deren Verhalten in der Fortpflanzung, bei der Nahrungssuche, deren Entwicklung und in der

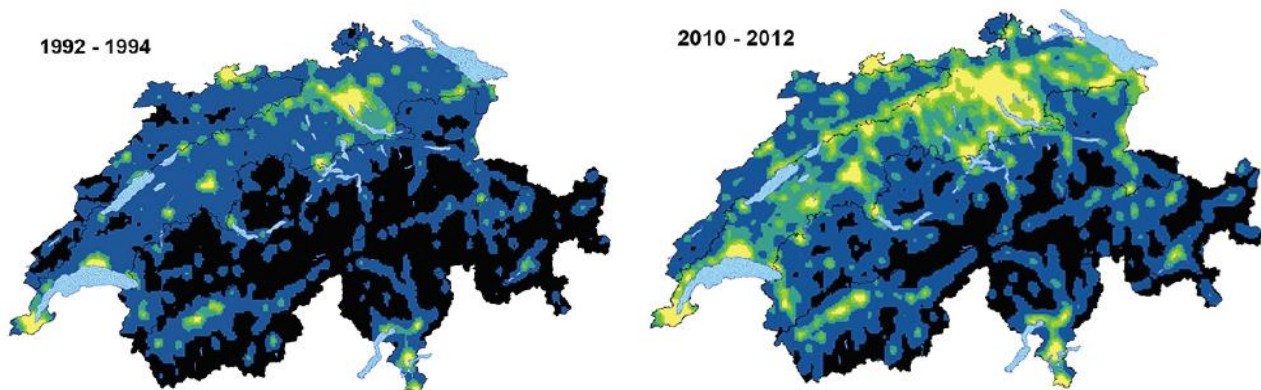


Abbildung 4: Zunahme der Lichtverschmutzung in der Schweiz (Quelle: BAFU 2012b: 11)

Bedrohung durch Fressfeinde nachgewiesen werden (Owens et al. 2020: 3). Beispielsweise fanden Durant et al. (2018) bei Grillenarten ein verlangsamtes oder beeinträchtigt Wachstum der Jungtiere, wenn sie künstlichem Licht ausgesetzt sind.

Somers-Yeates et al. (2013) konnten nachweisen, dass Insekten von künstlichem Licht angezogen werden und dann beispielsweise im Lichtkegel einer Strassenlaterne «gefangen» sind und dadurch an Erschöpfung sterben oder durch bessere Sichtbarkeit vermehrt Fressfeinden zum Opfer fallen (Somers-Yeates et al. 2013: 3). Moore et al. (2000) konnten auch das Gegenteil bei Daphnien beobachten. Diese kommen in der Regel in der Nacht an die Oberfläche der Gewässer, um Algen zu fressen. Durch die Aufhellung der Nacht durch die Lichtverschmutzung verbleiben die Daphnien jedoch vermehrt in den unteren Gewässerschichten, was das Algenwachstum begünstigt und die Wasserqualität beeinflusst.

Die Lichtverschmutzung wirkt sich auch auf die Fortpflanzung aus. So führen künstliche Lichtquellen vermehrt zu Sterilität oder verminderter Fruchtbarkeit erwachsener Fortpflanzungsorgane (McLay et al. 2017) oder verhindern die Sichtbarkeit von visuellen Signalen, die Insekten verwenden, um potenzielle Partner zu finden und zu umwerben (Owens und Lewis 2018: 11347). Die ungleiche Anziehungskraft der künstlichen Lichtquellen verzerrt zudem das Geschlechterverhältnis in Insektenpopulationen (van Geffen et al. 2015: 284).

Nicht nur Zugvögel orientieren sich an Sternen und Mond, die Navigation mithilfe der Gestirne wurde auch bei Insekten nachgewiesen (Ugolini et al. 2005). Durch die Erhellung des Nachthimmels sind diese weniger gut sichtbar, was die Orientierung der Tiere und somit beispielsweise den Erfolg in der Nahrungssuche erschwert (Ugolini et al. 2005: 2193).

Der Zerschneidungsgrad der Schweiz durch Strassen und Eisenbahnlinien hat zwischen 1980 und 2007 um 35% zugenommen (BFS 2015: o.S.). Besonders markant ist die Zerschneidung mit einer durchschnittlichen Fläche von 0.8 km² zwischen diesen «Hindernissen» im Mittelland gegenüber 310 km² an der Alpensüdflanke, wobei dieser Wert aber wegen der grossen ungenutzten Gebiete relativiert werden muss (BFS 2015: o.S.). Im Alpenraum stellt die künstliche Beschneidung von nährstoffarmen und trockenen Wiesen zudem eine Bedrohung für deren Artenvielfalt dar. Vor allem der zusätzliche Wasser- und Ioneneintrag scheint das Konkurrenzgleichgewicht in den Pflanzengemeinschaften zu beeinflussen (Wipf et al. 2005: 306).

2.3 Ökologische Vernetzung

Nicht nur die Ausdehnung der Siedlungsfläche, auch der Klimawandel, der übermässige Einsatz von Insektiziden und Herbiziden sowie anthropogen erhöhte Nährstoffeinträge führen durch die oben genannten Prozesse zu einer Fragmentierung von Lebensräumen und somit dazu, dass Tierarten verschiedene Landschaftselemente, die sie zur Beschaffung von Nahrung, zur Fortpflanzung und Jungenaufzucht, aber auch als Deckung und als Ruheplätze benötigen, nicht mehr erreichen können. Durch die Verkleinerung der Habitate und deren zunehmende Isolation ist auch die genetische Variabilität innerhalb einer Population gefährdet (Crooks und Sanyajan 2006: 10, Saura et al. 2014: 171). Wird der genetische Austausch zwischen Populationen einer Art verhindert, verringert sich die genetische Vielfalt, wodurch die Gefahr von Inzucht und die Anfälligkeit für einen grossflächigen Krankheitsbefall steigt, während gleichzeitig die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen sinkt (Taberlet et al. 2016: 1440). Die Ermöglichung der Bewegung von Tieren im Raum ist zudem zentral für die Samenverbreitung von Pflanzen (Tucker et al. 2018: 467).

Aus oben genannten Gründen ist die Vernetzung von Lebensräumen von fundamentaler Bedeutung. Wie die Vernetzung umgesetzt werden kann, dazu existieren verschiedene Ansätze. Ein weit verbreiteter Ansatz ist die Vernetzung von Schutzgebieten.

Ein solches ökologisches Netzwerk setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen: Kernzonen, Pufferzonen und Verbindungselementen (Abb. 5, CIPRA 2009: 7). Im Zentrum befinden sich Kernzonen, welche meist deckungsgleich sind mit Kernzonen von Schutzgebieten (z.B. eines Nationalparks) und durch gesetzliche Regelungen streng geschützt werden. Sie werden von einer Pufferzone umgeben, die sie gegenüber den unmittelbaren Einflüssen der Umwelt abzuschirmen. Dieser Puffereffekt kann z.B. über Massnahmen in Land- und Forstwirtschaft oder die Ausweisung von Schutzgebieten mit geringerem Schutzstatus (Naturparke, Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten oder Landschaftsschutzgebiete) erreicht werden (CIPRA 2009: 7).

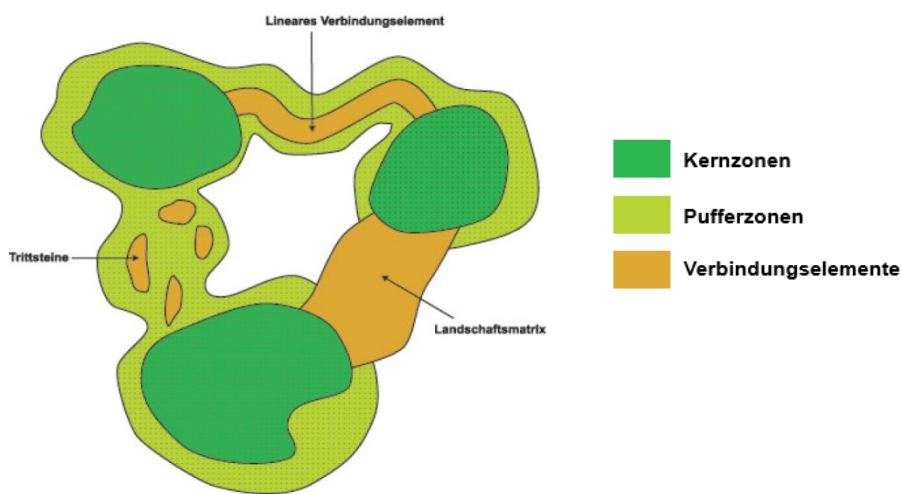


Abbildung 5: Elemente eines ökologischen Netzwerks (Quelle: CIPRA 2009: 3)

Da die Kernzonen selbst oftmals klein sind und für den Erhalt der Biodiversität nicht ausreichen, müssen Verbindungen zu anderen Schutzgebieten geschaffen werden (CIPRA 2009: 6). Dabei gilt es zu beachten, dass jede Art unterschiedliche Ansprüche an die von ihr genutzten Verbindungselemente hat und nicht ein Korridor als einzige und fest definierte «Wanderroute» zwischen den Schutzgebieten festgelegt werden kann. Beispielsweise benötigen kleine Säugtiere wie Igel oder Marder Hecken als Verbindungselemente, für bestimmte Schmetterlingsarten stellen sie jedoch ein unüberwindbares Hindernis dar. Die Verbindungselemente können vielfältig sein. Zum einen können dies lineare Strukturen wie Waldstücke und Waldränder oder Fließgewässer sein, zum anderen sind auch sogenannte «Trittsteine» relevant. Dies sind kleine Flächen zwischen den Kernzonen, die Merkmale der verschiedenen Lebensräume tragen und als Zwischenstation und Ausbreitungspool zwischen den Kernflächen dienen (CIPRA 2009: 8).

Obwohl der Schutzgebietsverbund ein weit verbreiteter Ansatz zur ökologischen Vernetzung ist, wird er bisweilen auch kritisiert, da er sich nur auf Gebiete konzentriert, die bereits geschützt sind und beispielsweise im Alpenraum Landschaften in tieferen Lagen, die dichter besiedelt, vernachlässigt. Diese Kritik haben Locke et al. (2019) aufgegriffen und die Erdoberfläche in drei Kategorien aufgeteilt, in welchen die Biodiversität mit unterschiedlichen Schutzmassnahmen erhalten und Habitate vernetzt werden sollen. Die erste Kategorie umfasst Städte und Farmland, die 18% der Landoberfläche (die Antarktis nicht miteingerechnet) bedecken (Locke et al. 2019: 1080). In dieser Kategorie besteht das Naturschutz-Ziel darin, verbleibende

primäre Ökosystemfragmente zu erhalten, indem beispielsweise die Zersiedlung der Landschaft verhindert, erhöhte Stickstoffeinträge vermieden und der Ausstoss von Treibhausgasen reduziert werden soll (Locke et al. 2019: 1080). Die zweite und flächenmässig grösste Kategorie (55.7% der Landoberfläche) umfasst sowohl vom Menschen genutztes Land, als auch unberührte Gebiete (Locke et al. 2019: 1080). In dieser Kategorie sollen vernetzte Systeme von Schutzgebieten etabliert werden und die Fläche der Schlüsselgebiete der biologischen Vielfalt vergrössert wird (Locke et al. 2019: 1080). Locke et al. (2019) fordern dabei eine geschützte Fläche von 25-75% pro Ökoregion (Locke et al. 2019: 1080). Die dritte Kategorie, die flächenmässig 26.5% ausmacht, wird charakterisiert durch grosse Flächen unberührter Landschaft, welche die Voraussetzung sind für grossräumige Schutzgebiete (Locke et al. 2019: 1081).

Darüber, wie gross die Fläche der Land- und Wasseroberfläche sein muss, um die Biodiversität erhalten zu können, gibt es verschiedene Meinungen. Locke et al. (2019) berufen sich auf das Ziel der Strategie 2011 – 2020 zum Erhalt der Biodiversität, bis 2050 ein Leben im Einklang mit der Natur zu ermöglichen, wobei sie eine geschützte Fläche von 25 – 75% pro Ökoregion als nötig erachten (Locke et al. 2019: 1080). Die 2010 veröffentlichte «Strategie 2011 – 2020 zum Erhalt der Biodiversität» verlangte, dass bis 2020 17% der Land- und Binnengewässer und 10% der Küsten- und Meeresgebiete geschützt sind (CBD 2018: o.S.). Gemäss Büscher et al. (2017), die sich auf Zahlen der IUCN berufen, sind gegenwärtig 15.4% der Landoberfläche und 3.4% der Meeresoberfläche geschützt (Büscher et al. 2017: 407), die Ziele sind also bei weitem noch nicht erreicht.

2.4 Öffentliche Wahrnehmung der Biodiversität

Mit der Verabschiedung verschiedener globaler (Biodiversitätskonvention 1992, Strategischer Plan zur Biodiversität 2011 – 2020) und nationaler Abkommen (Strategie «Biodiversität Schweiz», Aktionsplan «Strategie Biodiversität Schweiz») ist der Erhalt der Biodiversität zu einem wichtigen Ziel auf der politischen Agenda geworden (CBD 1992, Butchart 2010, BAFU 2012a). Massnahmen zum Schutz der Biodiversität sind jedoch nur dann nachhaltig, wenn die Bevölkerung die Entwicklung als Problem anerkennt und den Handlungsbedarf sieht (Hanski 2005: 390). Inwiefern dies der Fall ist, wurde in der Vergangenheit durch verschiedene Studien untersucht.

2.4.1 Kenntnisse des Begriffs und Wissensquellen

Lindemann-Matthies und Bose (2008) haben mittels Interviews und einer schriftlichen Befragung das Verständnis und die Wahrnehmung von Biodiversität von Mittelschüler*innen und Erwachsenen im Kanton Zürich untersucht. Dabei gaben 77% der befragten Gymnasiast*innen an, den Begriff «Biodiversität» nicht zu kennen. Diejenigen Studienteilnehmer*innen, die den Begriff schon einmal gehört oder gelesen hatten, wurden anschliessend gebeten, aus einer Auswahl von sieben möglichen Definitionen die ihrer Meinung nach zutreffende(n) Erklärung(en) anzukreuzen. Dabei setzten 75.7% der Jugendlichen «Biodiversität» mit «Tier- und Pflanzenvielfalt», 32.4% mit «genetischer Vielfalt» und ebenfalls 32.4% mit «Vielfalt der Ökosysteme» gleich. Die übrigen Auswahlmöglichkeiten lauteten «Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Komponenten der Natur» (8.1%), «Beziehung zwischen «Tier- und Pflanzenarten» (0%), «Vielfalt an biologischen Lebensmitteln» (0%) und «biologisches Waschpulver» (0%) (Lindemann-Matthies und Bose 2008: 738).

In einer etwas aktuelleren Studie aus dem Jahr 2016 gaben hingegen 74% der befragten Personen an, den Begriff «Biodiversität» schon einmal gehört oder gelesen zu haben. Allerdings ist

dabei zu beachten, dass sich diese Zahl nicht nur auf Schüler*innen, sondern auf die gesamte Bevölkerung bezieht. In der Kategorie der 18-39-Jährigen, die den Jugendlichen am nächsten kommt, lag die Kenntnis bei 57% (Schaub und Welte 2017: 13). Auch in dieser Umfrage wurden die Teilnehmenden, die den Begriff «Biodiversität» kannten, gebeten ihn zu definieren. Anders als in obiger Studie wurden hierbei allerdings keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, sondern der Begriff musste mit eigenen Worten beschrieben werden. Dabei wurde «Biodiversität» überwiegend mit «Artenvielfalt» erklärt (41%). Rund jede*r Fünfte (19%) vermochte den Begriff jedoch nicht zu erklären. Mit einigem Abstand folgen die Nennungen «sorgfältiger Umgang mit der Umwelt» (6%), «Schutz bedrohter Arten» (5%), «keine Monokultur» (5%) und «Natur» (5%) (Schaub und Welte 2017: 13-14).

In Bezug auf die Begriffskenntnisse der Schüler*innen ist es ebenfalls interessant zu untersuchen, woher dieses Wissen stammt bzw. welche Rolle die Schule im Vergleich zu Medien als Wissensquelle einnimmt. In der zuvor genannten Studie von Lindemann-Matthies und Bose (2008) wurde deutlich, dass der Schulunterricht im Vergleich zu Zeitungen und Zeitschriften, Fernsehen oder Radio eine untergeordnete Rolle spielt (15.5% vs. 21.1%) (Lindemann-Matthies und Bose 2008: 735).

2.4.2 Zustand der Biodiversität in der Schweiz

Die Wahrnehmung des Zustandes der Biodiversität durch die Schweizer Bevölkerung weicht deutlich von derjenigen der Wissenschaft ab, wie in Lindemann-Matthies und Bose (2008) deutlich wird (Tabelle 1, Lindemann-Matthies und Bose 2008: 737).

Tabelle 1: Geschätzte Anzahl verschiedener Pflanzenarten weltweit, in der Schweiz und in verschiedenen Lebensräumen in der Schweiz von 367 Personen im Kanton Zürich (Quelle: Lindemann-Matthies und Bose 2008: 737)

	World	Switzerland	Alpine meadow	Lawn	Spruce forest	Beech forest
Minimum	200	100	10	1	2	2
Maximum	1×10^{15}	4×10^9	1×10^9	2×10^9	1×10^6	1×10^8
Percentile 25	400,000	8,000	60	10	20	30
Median	3,000,000	94,000	120	20	50	70
Percentile 75	66,981,623	712,500	598	100	200	200
Actual number	285,000	3,000	≤ 100	≤ 10	≤ 20	≤ 40
Overestimation (median/real)	10.5	31.3	1.2	2.0	2.5	1.8

Im Vergleich zur wirklichen Anzahl vorkommender Pflanzenarten wurden insbesondere die globale (Faktor 10.5) und nationale Pflanzenvielfalt (Faktor 31.3) deutlich überschätzt, woraus geschlossen werden kann, dass auch der Zustand der Biodiversität insgesamt überschätzt wird (Lindemann-Matthies und Bose 2008: 735). Eine Annahme, die durch Bieri et al. (2010: 12) bestätigt wird. Die Mehrheit der befragten Personen ging davon aus, dass die Biodiversität in der Schweiz, entgegen der wissenschaftlichen Fakten, in einem eher (63%) bis sehr guten (7%) Zustand ist. Diese Zahlen haben sich auch in den darauffolgenden Jahren nicht verändert (Schaub und Welte 2017: 16-17). Auch im Jahr 2017 schätzten 61% der befragten Personen den Zustand der Biodiversität in der Schweiz als gut (52%) oder sehr gut ein (9%). Die Hälfte (52%) der Befragungsteilnehmenden ist darüber hinaus der Meinung, dass sich die Biodiversität in der Schweiz in den letzten 10 Jahren besser (42%) bis viel besser (10%) entwickeln konnte. Dies sehen jedoch Junge (18-39 Jahre) etwas kritischer als der Durchschnitt.

2.4.3 Bedrohungen für die Biodiversität

Gefragt nach den Faktoren, welche die Biodiversität ihrer Meinung nach am meisten beeinflussen würden, nannte 2017 knapp ein Viertel der befragten Personen (23%) die Übernutzung der Natur bzw. die Umweltverschmutzung als grösste Bedrohung, 20% der Teilnehmer*innen sind der Meinung, dass (zu) viele Menschen den grössten Einfluss haben, gefolgt von Verkehr/Abgasen/Luftverschmutzung (16%), dem Klimawandel (16%), der Zerstörung von Lebensräumen (12%) und Aspekten der industriellen Landwirtschaft (8%) (Schaub und Welte 2017: 15).

Die zunehmende Bevölkerung war bereits 2003 in einer qualitativen Studie von Hunter und Brehm als Faktor genannt worden, der erheblich zum Verlust der biologischen Vielfalt beiträgt. Die befragten Personen beobachteten diesen Einfluss vor allem an Landnutzungsänderungen. *«Menschen bevölkern die Habitate von Tieren... und zerstören deren Lebensräume.»* (Hunter und Brehm 2003: 316) oder *«Entlang der alten Autobahn gab es früher nur wenige Häuser...wenn man von der Arbeit nachhause fuhr, konnte man immer viele Rehe sehen...jetzt ist dort alles überbaut.»* (Hunter und Brehm 2003: 316) Interessanterweise diskutierten die meisten Befragten den Bevölkerungsdruck auf lokaler Ebene, obwohl sie zuvor die Abnahme der Biodiversität als globales Problem identifiziert hatten.

Gemäss Mankin et al. (1999) werden oftmals Prozesse einem Artensterben zugeschrieben, die in Wahrheit gar nicht für den Rückgang einer Art verantwortlich sind. So fand das Forschungsteam in einer Studie im amerikanischen Bundesstaat Illinois heraus, dass der landesweite Rückgang von Wildtieren oftmals der Jagd anstelle der eigentlichen Ursache, Veränderungen der Habitate, zugeschrieben wird (Mankin 1999: 465). Der Grund für die irrtümlichen Annahmen der Bevölkerung findet sich in den Medien, in welchen über die globale Übernutzung von Arten (z.B. Fischerei, Grosswildjagd in der afrikanischen Savanne) und die daraus folgende Abnahme der Artenvielfalt berichtet wird, welche dann fälschlicherweise dem lokalen Kontext zugeordnet wird (Mankin 1999: 470).

2.4.4 Abnehmende Artenvielfalt als Bedrohung für den Menschen

Wie bereits zuvor erwähnt, erachteten die Interviewpartner*innen von Hunter und Brehm (2003) den Artenverlust in erster Linie als globales und weniger als ein lokales Problem, das überwiegend exotische Arten in exotischen Ökosystemen in Afrika und Asien betrifft. Während Teile Afrikas und Asiens in der Tat Biodiversitätshotspots sind, sahen sie die einheimische Biodiversität nicht in Gefahr, obwohl im Bundesstaat Utah, wo die Studie durchgeführt wurde, 39 Tier- und Pflanzenarten als stark gefährdet gelten und die Biodiversität durch die stark wachsende Bevölkerung zusätzlichem Druck ausgesetzt ist (Hunter und Brehm 2003: 316). Ähnliche Resultate liefern auch in der Schweiz durchgeführte Umfragen. Der Grossteil der Schweizer Bevölkerung fühlte sich gemäss einer Umfrage im Jahr 2010 persönlich nicht (15%) oder eher nicht (42%) von der Verarmung der Biodiversität betroffen (Bieri et al. 2010: 13). Und auch 2017 waren noch 42% der Befragten der Meinung, dass die Biodiversität gar keinen (13%) oder eher keinen (29%) Einfluss auf ihre Lebensqualität hat (Schaub und Welte 2017: 18). Auf die Frage, wie sich diese Betroffenheit äussere, zeigte sich eine gewisse Unsicherheit. Zum einen waren die Antworten nicht sehr spezifisch (*«alle sind betroffen»*: 19%) und zum anderen stand bereits an zweiter Stelle die Nennung *«weiss nicht/keine Antwort»* (18%). Genannte Beeinträchtigungen waren ästhetischer Natur (Anblick der Natur, 15%), eine Verschlechterung der Luftqualität (13%) bzw. der Qualität von Lebensmitteln (11%) und negative Einflüsse auf die Gesundheit (7%) (Schaub und Welte 2017: 18).

3 Biodiversität in Lehrplänen

Wie in der Einführung erwähnt, wurde im Rahmen einer Voruntersuchung der Stellenwert der Biodiversität in Lehrplänen untersucht. Gemeinsam mit den in Kapitel 4 beschriebenen Methoden soll die Lehrplananalyse den Beitrag, den der Geographieunterricht zur Biodiversitätsförderung leisten kann, untersucht werden.

Lehrpläne bilden formal die rechtliche Basis des Unterrichts und enthalten neben den zu behandelnden Unterrichtsthemen auch die zu erreichenden Ziele und Kompetenzen sowie eine Vielzahl didaktischer, methodischer und pädagogischer Hinweise (Reinfried und Haubrich 2018: 100). Damit bestimmen sie entscheidend den Handlungsspielraum der einzelnen Lehrpersonen. Gesellschaftlich determiniert und demokratisch legitimiert, sind sie wichtige Steuerungselemente schulischen Handelns (Reinfried und Haubrich 2018: 99). Um ihrer Aufgabe gerecht zu werden, sollten Lehrpläne ihre jeweilige Zeit widerspiegeln und laufend weiterentwickelt werden (Reinfried und Haubrich 2018: 99).

Aus diesem Grund sollte anhand der kantonalen Rahmenlehrpläne und schulinternen Fachlehrpläne eine Aussage gemacht werden können über den Stellenwert der Biodiversität im gegenwärtigen Unterricht. Anschliessend kann anhand der aktuellen Integration der Biodiversität als Lerninhalt im Fach Geographie das Potenzial der Biodiversität in Zukunft abgeschätzt werden.

Im Rahmen der Erarbeitung der Strategie zum Erhalt der Biodiversität in der Schweiz war 2012 auch der damalige Stand der Biodiversitätsförderung im Bildungsbereich erhoben worden. Dabei war festgestellt worden, dass der Begriff «Biodiversität» und die damit zusammenhängende umfassende Thematik – unabhängig des Fachs – nicht Bestandteil der Schweizer Lehrpläne waren und somit davon ausgegangen werden konnte, dass die Förderung der Handlungskompetenz von Schüler*innen sehr gering war (BAFU 2012a: 44). Inwiefern diese Forderung in den vergangenen acht Jahren an Mittelschulen umgesetzt wurde und die Biodiversität sowie Massnahmen zu deren Schutz als Lerngebiete in Lehrpläne einbezogen wurden, wurde in einer eigenständigen Analyse von Lehrplänen kantonalen Mittelschulen in der Deutschschweiz untersucht.

3.1 Lehrplananalyse

3.1.1 Vorgehen

Insgesamt wurden 23 Lehrpläne – 7 kantonale Rahmenlehrpläne und 16 schuleigene Fachlehrpläne aus 19 Deutschschweizer Kantonen analysiert¹. Unter den 16 schuleigenen Fachlehrplänen waren 8 Lehrpläne aus 8 (Halb-) Kantonen mit nur einer kantonalen Mittelschule, 4 Lehrpläne aus zwei Kantonen mit je zwei kantonalen Mittelschulen und 4 Lehrpläne aus den Kantonen Zürich und Luzern mit einer Vielzahl von Mittelschulen, wobei zufällig je zwei Schulen gezogen wurden (Tabelle 2).

Der Einbezug einer Vielzahl von Lehrplänen ist insofern wichtig, als dass in der Schweiz die Organisation der Bildung auf der Sekundarstufe II in der Kompetenz der kantonalen

¹ Aargau (BKS 2011), Appenzell-Ausserrhoden (KST 2016), Appenzell-Innerrhoden (GSA 2011), Basel-Stadt (EDBS 2013), Basel-Landschaft (BKSD 2013), Bern (ERZ 2017), Glarus (KSG 2019), Graubünden (BKS 2002), Luzern (KSM 2006a/KSM 2006b; KSA 2018a/KSA 2018b), Nidwalden (ABM 2016), Obwalden (KSO 2012), Schaffhausen (KSS 1994), Schwyz (KSA 2018c; KKS 2018), Solothurn (DBK 2019), St. Gallen (AMS 2006), Thurgau (AMH 2003), Uri (KMSUa: o.J./ KMSU_b), Zug (KSZ 2009a/KSZ 2009b; KSM 2015) und Zürich (KRW o.J.; KFR 2012).

Bildungsdirektionen liegt. In der Praxis bedeutet dies, dass auch die Handhabung von Lehrplänen in den Kantonen unterschiedlich ist; einige Kantone verwenden kantonale Rahmenlehrpläne, welche als Grundlage für den Unterricht aller Gymnasien in diesem Kanton dienen, andere überlassen die Konzeption der Lehrpläne den Schulen. Innerhalb dieser Lehrpläne wurden die Fächer Biologie und Geographie betrachtet, wobei in der Biologie das Grundlagen-, Schwerpunkt- und Ergänzungsfach und in der Geographie das Grundlagen- und Schwerpunktfach auf den Stellenwert der Biodiversität untersucht wurden.

Das Vorkommen der Biodiversität in den Lehrplänen wurde mittels der folgenden Begriffe analysiert:

- Biodiversität/biologische Vielfalt
- genetische Vielfalt
- Vielfalt der Lebewesen/Artenvielfalt
- Vielfalt der Lebensräume
- Erhalt/Schutz (der Biodiversität)

3.1.2 Resultate

Die Untersuchung hat gezeigt, dass mindestens einer der oben genannten Suchbegriffe in 11 der 23 Biologie-Lehrplänen und 4 der 23 Geographie-Lehrplänen erwähnt wird (Tabelle 2).

Tabelle 2: Erwähnung der Biodiversität in den Lehrplänen der Biologie und Geographie (mit * sind (Halb-) Kantone mit lediglich einer kantonalen Mittelschule gekennzeichnet)

Kanton	Art des Lehrplans	Anzahl untersuchter Lehrpläne (in Kantonen mit schuleigenen Fachlehrplänen)	Erwähnung im Fach Biologie	Erwähnung im Fach Geographie
AG	Fächerbezogene kantonale Lehrplanteile und schuleigene Fachlehrpläne	-	✓	×
AI*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	×
AR*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	✓	×
BE	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	✓	×
BL	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	✓	×
BS	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	✓	×
GL*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	✓	×
GR*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	✓
LU	Schuleigene Fachlehrpläne	2	✓ ×	✓ ×
NW*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	×
OW*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	×
SG	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	×	×
SH*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	×
SO	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	✓	×
SZ	Schuleigene Fachlehrpläne	2	✓ ×	✓ ×
TG	Kantonaler Rahmenlehrplan	-	✓	×
UR*	Schuleigene Fachlehrpläne	1	×	×
ZG	Schuleigene Fachlehrpläne	2	×	✓ ×
ZH	Schuleigene Fachlehrpläne	2	✓ ×	×
19 Kantone	16 schuleigene Fachlehrpläne und 7 kantonale Rahmenlehrpläne		11 Erwähnungen	4 Erwähnungen

So lernen beispielsweise Schüler*innen der Gymnasien im Kanton Bern (in der Biologie), sich «*einen exemplarischen Einblick in die Auswirkungen menschlicher Tätigkeit auf Ökosysteme zu erarbeiten*» (ERZ 2016: 70), z.B. anhand der Prozesse «*Gefährdung und Erhaltung der Biodiversität, Eutrophierung, Bioakkumulation, Verarmung von Lebensräumen, Abfallproblematik, Neobioten*» (ERZ 2016: 70). Ein ähnliches Ziel ist auch im kantonalen Rahmenlehrplan des Kantons Basel-Stadt (in der Biologie) formuliert. Im Lerngebiet Landschafts- und Umweltschutz geht es ebenfalls darum, den Einfluss des Menschen auf Ökosysteme zu formulieren und daraus «*Massnahmen zum Schutz der Biodiversität und der Erhaltung von Lebensräumen*» zu erarbeiten (EDBS 2013: 19).

Während in den oben genannten Lehrplänen die Auswirkungen des Menschen auf die biologische Vielfalt behandelt werden, wird das Thema in anderen Kantonen (in der Biologie) von einer stärker ökologisch geprägten Seite angegangen. So setzt sich unter dem Lerninhalt «*Biodiversität*» der Kanton Basel-Land das Ziel, dass Schüler*innen «*die Vielfalt und das Zusammenspiel von Umweltfaktoren erkennen und begreifen, dass Lebewesen im natürlichen System eingepasst sind und dass zwischen ihnen Wechselbeziehungen bestehen*» (BKSD 2000: 34). Diese Herangehensweise wird auch im Lehrplan der Biologie der Kantonsschule Glarus beschrieben: Die Schüler*innen sollen über die «*Vielfalt insbesondere einheimischer Pflanzen und Tiere Bescheid wissen*» (KSG 2019: 58). Diese Artenkenntnisse sind eine wichtige Voraussetzung, um die Artenvielfalt zu erhalten (Sturm und Berthold 2015), denn man ist eher bereit Arten zu schützen, die man kennt (Valenti und Taviana 2005: 308 nach IUCN 1969). Ausserdem wird im Grundlagenfach Biologie in der 4. Klasse das Ziel formuliert, «*die Bedeutung einer vielfältigen Umwelt ein[zu]sehen und für deren Erhaltung sensibilisiert [zu] sein*» (KSG 2019: 58). Im Rahmenlehrplan der thurgauischen Maturitätsschulen wird der Begriff «*Biodiversität*» des Weiteren als Stichwort im Lerngebiet der Ökologie aufgelistet.

In den letzten 3 Lehrplänen der Biologie, in welchen die Biodiversität erwähnt worden war (Kantone Solothurn, Appenzell-Ausserrhoden, Schwyz), wird der Begriff nicht in einem Ziel genannt, sondern allgemein als zu behandelnder Fachbegriff aufgeführt, wodurch jedoch nicht ersichtlich wird, ob die ökologische oder evolutionäre Bedeutung des Begriffs gemeint ist. Konnte eine Erwähnung des Begriffs eindeutig der Evolution zugeordnet werden, wurde sie nicht mitgezählt, da dieser Aspekt der Artenvielfalt für die vorliegende Arbeit nicht relevant ist.

In den vier Lehrplänen aus der Geographie, in welchen die Biodiversität genannt wird, steht sie im Zusammenhang mit den folgenden Themen oder als Fachbegriff für fächerübergreifenden Unterricht mit der Biologie.

- Ressourcenkonflikte: «*Konflikte um Ressourcen analysieren und verstehen: [...] Umgang mit Ressourcen, Konflikte um Ressourcen, nachhaltige Nutzung, Biodiversität (exemplarische Behandlung am Bsp. Regenwald, Wasser, Erdöl, etc.)*» (KSM 2006a: 63)
- Gebirgsräume: «*Globale Bedeutung dieser Randregionen für kulturelle Vielfalt, Ressourcen, Biodiversität im Widerspruch zu deren Defiziten in den Bereichen Entscheidungskompetenz, Mobilität und Wettbewerbsfähigkeit verstehen und Lösungsansätze beurteilen können*» (BKS 2002: 145)

- Landnutzungsformen: *«die mit diesen Landnutzungsformen verbundenen ökologischen und sozioökonomischen Probleme verstehen (z.B. Reduktion der Artenvielfalt, Degradation des Bodens, Desertifikation).» (KSZ 2009a: 15)*

Betrachtet man die 11 Biologie- und 4 Geographielehrpläne genauer und analysiert, auf welcher Klassenstufe bzw. ob die Thematik im Grundlagen-, Schwerpunkt- oder Ergänzungsfach vorgesehen ist, stellt man fest, dass die Bandbreite gross ist. In der Geographie kam der Begriff zwei Mal in der zweiten Klassenstufe im Grundlagenfach vor und einmal in der vierten Klassenstufe im Ergänzungsfach. In einem Lehrplan wurde dies nicht näher spezifiziert. Diese Verteilung stimmt ungefähr mit jener der Biologie überein. Während zwei Schulen die Biodiversität im Ergänzungsfach thematisieren, war dies an 4 Schulen im Grundlagenfach der Fall, an 1 Schule im Schwerpunktfach, die übrigen 4 Schulen haben die Lerngebiete nicht konkret nach Klassenstufen aufgeteilt.

Die Analyse der Lehrpläne hat gezeigt, dass die Präsenz der Biodiversität in den Lehrplänen seit 2012 stark angestiegen ist und sowohl in den Lehrplan der Biologie als auch der Geographie Eingang gefunden hat, wobei die Ergebnisse der Analyse darauf schliessen lassen, dass die Biodiversität mehrheitlich im Biologieunterricht thematisiert wird. In rund einem Drittel der untersuchten Biologie- und Geographielehrpläne wird die Biodiversität im Zusammenhang mit dem Menschen thematisiert, der als Ursache für die Abnahme der biologischen Vielfalt identifiziert wird. Obwohl die biologische Vielfalt oder deren Teilbereiche in 31 Biologie- oder Geographielehrplänen nicht erwähnt wurden, bedeutet dies jedoch nicht, dass das Thema nicht doch Eingang in den Unterricht gefunden haben kann, insbesondere, da in allen Lehrplänen in der Biologie und in der Geographie Lerninhalte vorhanden sind, an welche das Thema «Biodiversität» angeknüpft werden könnte (z.B. «ökologische Probleme» oder «Umwelt- und Naturschutz»).

3.2 Eidgenössischer Rahmenlehrplan

Auch wenn die Veröffentlichung des Eidgenössischen Rahmenlehrplans, auf welchem die kantonalen Rahmenlehrpläne und schuleigenen Fachlehrpläne basieren, beruhen, bereits 25 Jahre zurück liegt und einige Inhalte nicht mehr den aktuellsten Erkenntnissen entsprechen dürften, soll an dieser Stelle dennoch ergänzend dazu der Stellenwert der Biodiversität in den Bildungszielen im Eidgenössischen Rahmenlehrplan für die Fächer Geographie und Biologie erläutert werden. Diese Ziele illustrieren, wie die Schüler*innen beim Erlangen von Fach-, Sozial- und methodischen Kompetenzen gefördert werden können und bilden, wie zuvor erwähnt, die Basis für die Neuerstellung von Lehrplänen auf kantonaler oder schulinterner Ebene.

Der Eidgenössische Rahmenlehrplan wurde 1994 von der Schweizerischen Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK), bestehend aus den 26 kantonalen Erziehungsdirektorinnen und -direktoren, veröffentlicht, welche den Kantonen, ihre Lehrpläne danach auszurichten oder gymnasiale Lehrpläne auf dieser Basis neu zu schaffen. Der Eidgenössische Rahmenlehrplan dient dazu, Lerninhalte in der föderalistischen Lernlandschaft der Schweiz zu vereinheitlichen, aber auch dazu, zu verhindern, dass einzelne Gymnasien bzw. Kantone Propädeutik für einzelne Wissenschaftszweige betreiben (EDK 1994: 6).

Bereits vor 25 Jahren fand mit der Formulierungen der Ziele *«Durch den Geographieunterricht gelangen die Schülerinnen und Schüler zur Einsicht, dass Lebensansprüche, Normen und Haltungen raumprägend sind. Dies soll zu einem verantwortungsbewussten Umgang mit dem Lebensraum führen.»* (EDK 1994: 117) und *«Der Biologieunterricht verhilft dazu, die Natur bewusster wahrzunehmen. [...] Lernen im Biologieunterricht hat zum Ziel, sich der Natur gegenüber verantwortungsbewusst zu verhalten.»* (EDK 1994: 113) die Forderung nach einem

nachhaltigen, ressourcenschonenden Lebensstil, der schlussendlich auch zum Erhalt der Biodiversität beiträgt, Eingang in den Lehrplan. Des Weiteren ermutigen auch die folgenden Ziele die Auseinandersetzung mit der Biodiversität und deren Erhaltung im Geographie- und Biologieunterricht:

- *«Das Zusammenwirken und die gegenseitige Beeinflussung von Mensch und Natur soll [durch den Geographieunterricht] verständlich werden. Veränderungen der Lebensräume sind zu erfassen und zu beurteilen.»* (EDK 1994: 117)
- *«Es gilt [durch den Biologieunterricht], Lebensgemeinschaften mit ihren Wechselwirkungen und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe zu erfassen.»* (EDK 1994: 113)

4 Methoden

Wie in der Einführung erläutert, wurden zur Beantwortung der Forschungsfrage neben der Lehrplananalyse qualitative Interviews mit Geographielehrpersonen, eine schriftliche Befragung von Mittelschüler*innen und eine Unterrichtseinheit à zwei Lektionen durchgeführt. Die Interviews waren neben der Lehrplananalyse zentrale Elemente der Standortbestimmung der aktuellen Integration der Biodiversität im Geographieunterricht von Mittelschulen; die schriftliche Befragung lieferte Erkenntnisse zum aktuellen Wissensstand und Aufklärungsbedarf der Jugendlichen zum Thema «Biodiversität» – vergleichbare Untersuchungen liegen in der Schweiz über 10 Jahre zurück (Lindemann-Matthies und Bose 2008). Die Erkenntnisse der Befragung flossen auch in die Planung der Unterrichtseinheit mit ein. Diese wird unter 4.3. in diesem Kapitel beschrieben. Anhand der Unterrichtseinheit wurden Integrationsmöglichkeiten des Themas «Biodiversität» im Geographieunterricht in der Praxis geprüft und beurteilt.

Somit wurden in der vorliegenden Arbeit qualitative und quantitative Vorgehen angewandt. Diese Kombination verschiedener Methoden wird als «methodologische Triangulation» oder «Mixed Methods» bezeichnet (Flick 2007: 519). Deren Vorteil ist es, dass die jeweiligen Stärken genutzt und Schwächen ausgeglichen werden können (Flick 2007: 519).

Dadurch, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden verwendet wurde, werden zwecks besserer Übersichtlichkeit die Erläuterungen zur Datenerhebung und Datenanalyse im Folgenden nicht wie üblich in getrennten Oberkapiteln beschrieben, sondern gemeinsam innerhalb der jeweiligen Methode.

4.1 Schriftliche Befragung

4.1.1 Theoretischer Hintergrund

Die schriftliche Befragung, unter welcher in der Regel der postalische Versand und Rücklauf eines Fragebogens verstanden wird (Atteslander 2008: 147), gilt als ein Standardinstrument der empirischen Sozialforschung und dient der Ermittlung von Fakten, Meinungen, Einstellungen oder Bewertungen (Meier Kruker und Rauh 2005: 90). Dabei wird versucht, allgemeingültige, im Vorfeld erstellte Hypothesen mittels eines standardisierten Fragebogens zu verifizieren oder falsifizieren (Mattissek et al. 2013: 34).

Mit einer schriftlichen Befragung kann mit vergleichsweise geringem zeitlichen und finanziellen Aufwand eine grosse Anzahl Menschen erreicht werden (Mattissek et al. 2013: 90). Ein weiterer Vorteil besteht in der Vermeidung unerwünschter Intervieweffekte (z.B. suggestives Einwirken der Interviewer*in oder Betonen von Antwortkategorien) (Mattissek et al. 2013: 90). Zudem werden heikle Fragen, die ein Tabu berühren, bei Abwesenheit einer interviewenden Person oftmals ehrlicher beantwortet, als wenn diese mündlich gestellt wird (Meier Kruker und Rauh 2005: 100-101).

Die schriftliche Befragung weist jedoch auch Nachteile auf. Die Rücklaufquote ist meist relativ gering und liegt oftmals bei unter 15% der ausgeteilten Fragebögen (Mattissek et al. 2013: 90). Durch diese hohe Ausfallquote besteht die Gefahr, dass zum einen keine repräsentativen Aussagen gemacht werden können, zum anderen werden die versandten Fragebögen eher von Personen zurückgeschickt, die ein hohes Interesse am Thema haben und schreibgewandt sind, so dass bestimmte Bevölkerungsgruppen (z.B. Personen mit niedrigem Bildungsniveau oder schlechten Deutschkenntnissen) nicht miteingefasst werden (Meier Kruker und Rauh 2005: 100-101). Da bei der Beantwortung der Fragen in der Regel keine Person für Rückfragen zur Verfügung steht, muss ausserdem bei der Konzeption des Fragebogens besonders sorgfältig

vorgegangen werden und Anweisungen zum Ausfüllen der Fragebögen müssen präzise formuliert werden (Atteslander 2008: 147). Aus diesem Grund ist bei schriftlichen Befragungen ein Pretest besonders wichtig.

Ein Pretest kann zudem überprüfen, ob die einzelnen Fragen und die Platzierung der Fragen der Befragungssituation vor Ort standhalten und dabei auch die Ergebnisse liefern, die zur späteren Überprüfung der Hypothesen notwendig sind (Mattissek et al. 2013: 88). Um die Durchführbarkeit der Befragungen mit dem erstellten Fragebogen abschätzen zu können, empfehlen Mattissek et al. (2013) eine Zahl von 10-30 Probeinterviews bzw. schriftliche Befragungen (Mattissek et al. 2013: 88).

Die Methode der schriftlichen Befragung wird also angewandt, wenn 1) Interviews aus zeitlichen oder finanziellen Gründen nicht durchgeführt werden können, 2) eine (bezüglich Vorkenntnissen/ Sprachkenntnissen) homogene Gruppe befragt wird, 3) heikle Themen angesprochen werden sollen oder 4) ein starker Einfluss durch den/die Interviewer*in zu erwarten ist.

4.1.2 Durchführung der Befragung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Methode der schriftlichen Befragung ausgewählt, da Einzel- oder Fokusgruppen-Interviews zum einen nicht den gewünschten breiten Gesamteindruck der Kenntnisse und Wahrnehmungen hätten vermitteln können und zum anderen insbesondere Einzelinterviews aus zeitlichen bzw. organisatorischen Gründen nicht machbar gewesen wären.

Insgesamt wurden schriftliche Befragungen in zehn Klassen in den Kantonen Zürich, Aargau und Graubünden durchgeführt. Entweder direkt oder über persönliche Beziehungen waren Geographielehrpersonen bzw. Fachvorstände an sieben verschiedenen Mittelschulen für die Befragung der Schüler*innen (und zugleich für die Durchführung der Unterrichtseinheit) angefragt worden, von welchen fünf zusagten, Umfragen (und Unterrichtseinheiten) in einer oder mehreren Klassen durchzuführen. Nebst den acht Klassen, welche so für die Umfrage gewonnen werden konnten, reichten zwei dieser Lehrpersonen die Umfrage an Fachschaftskolleg*innen weiter, so dass insgesamt zehn Klassen befragt werden konnten (Tabelle 3).

*Tabelle 3: Anzahl befragte Schulklassen und Schüler*innen nach Kanton*

Kanton	Anzahl Mittelschulen	Anzahl Schulklassen	Anzahl Schüler*innen
Aargau	1	3	58
Graubünden	2	4 (je 2 pro Schule)	51
Zürich	2	3	62
Total	5	10	171

Um den zuvor genannten Nachteilen einer schriftlichen Befragung im eigentlichen Sinne (Befragung mittels postalischem Versand und Rücklauf) entgegen zu wirken, wurde für die Durchführung der Befragung der Schüler*innen eine kombinierte Vorgehensweise aus mündlichem Interview und schriftlicher Befragung gemäss Atteslander (2008) gewählt (Atteslander 2008: 148). Um eine geringe Rücklaufquote zu verhindern, sowie unvollständig ausgefüllten Fragebögen und missverstandenen Fragen vorzubeugen, wurden die Schüler*innen in ihrem Klassenverband während einer Geographielektion befragt, wo die Autorin in den sechs der zehn befragten Klassen der Kantone Aargau und Zürich persönlich anwesend war und für Fragen zur Verfügung stand. Zudem konnte so auf einen postalischen Versand verzichtet werden. Da in vier

der sechs besuchten Klassen später auch die Unterrichtseinheit durchgeführt wurde, bot sich damit zudem die Möglichkeit, die Klassen kennenzulernen, ihnen den Ablauf und Themen der Unterrichtseinheit sowie deren Auswertung vorzustellen und Interessen der Schüler*innen zu erfahren, welche nach Möglichkeit in die Unterrichtseinheit aufgenommen wurden.

In den vier befragten Klassen des Kantons Graubünden, in welchen aus zeitlichen Gründen die Anwesenheit während der Befragung nicht möglich war, waren den Lehrpersonen Erklärungen zum Fragebogen zugeschickt worden, so dass sie etwaige Fragen der Schüler*innen, beispielsweise wie eine bestimmte Frage zu verstehen sei, beantworten konnten und jene Schüler*innen die gleichen Anweisungen erhielten wie die Schüler*innen in den übrigen beiden Kantonen.

4.1.3 Stichprobe

Unter den zehn befragten Klassen waren zwei Klassen des 2. Schuljahres des Kurzzeitgymnasiums, drei Klassen des 3. Schuljahres und fünf Klassen des 4. Schuljahres, was einer relativen Verteilung von 26.3%, 28.1% und 45.6% entspricht (Abb. 6).

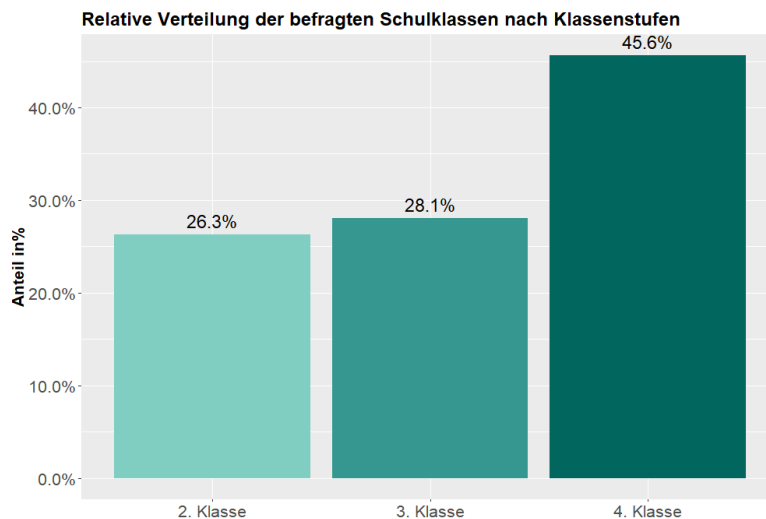


Abbildung 6: Relative Verteilung der befragten Schulklassen nach Klassenstufe

Neben der Klassenstufe waren die Schüler*innen auch gebeten worden, ihr Geschlecht und die Postleitzahl ihres Wohnortes anzugeben. Die Auswertung ergab, dass 58% der befragten Schüler*innen weiblich und 42% männlich sind. Des Weiteren wohnten 55% der Schüler*innen gemäss der Gemeindetypologie des Bundesamtes für Statistik (2012) in einer Gemeinde der städtischen Kategorie, 17.5% in einer ländlichen Gemeinde und 27.5% in einer Gemeinde der intermediären Kategorie, die sowohl städtische wie auch ländliche Merkmale aufweist (Abb. 7).

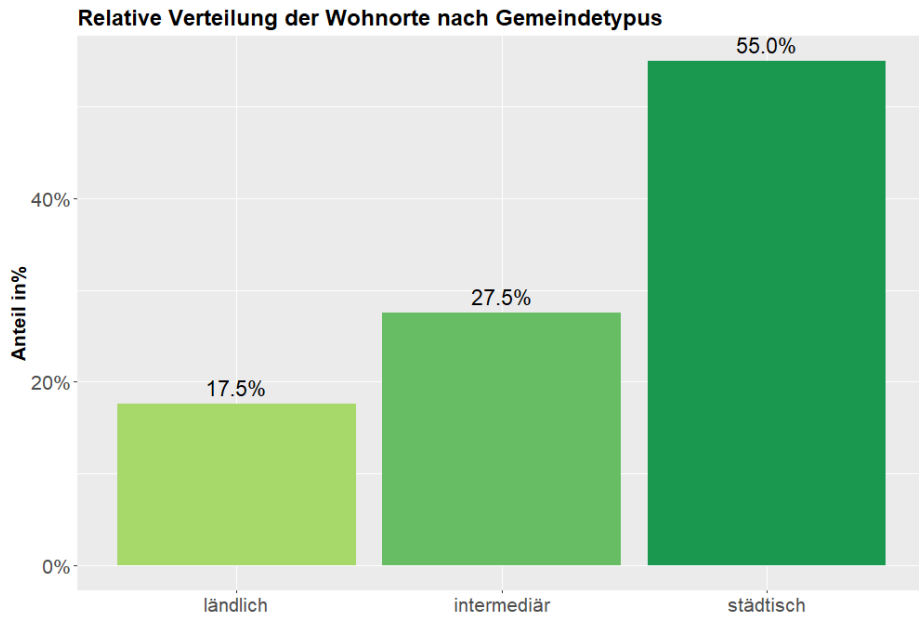


Abbildung 7: Relative Verteilung der Wohnorte nach Gemeindetypus

In Abbildung 8 sind die genannten Wohnorte bzw. Postleitzahlen der Schüler*innen anhand der Anzahl Nennungen auf Bezirksebene dargestellt. Je heller ein Bezirk abgebildet ist, desto häufiger wurden Gemeinden in jenem Bezirk als Wohnort angegeben.

Nebst den oben genannten Angaben waren die Schüler*innen gebeten worden, Angaben zur Profilwahl und zur Häufigkeit von Aufenthalten in der Natur zu machen. Da sich während der Befragungen aber herausstellte, dass lediglich die Klassen des Kantons Zürich Profile gemäss den Vorgaben im Fragebogen wählen, wurde auf deren Einbezug in Analysen verzichtet.

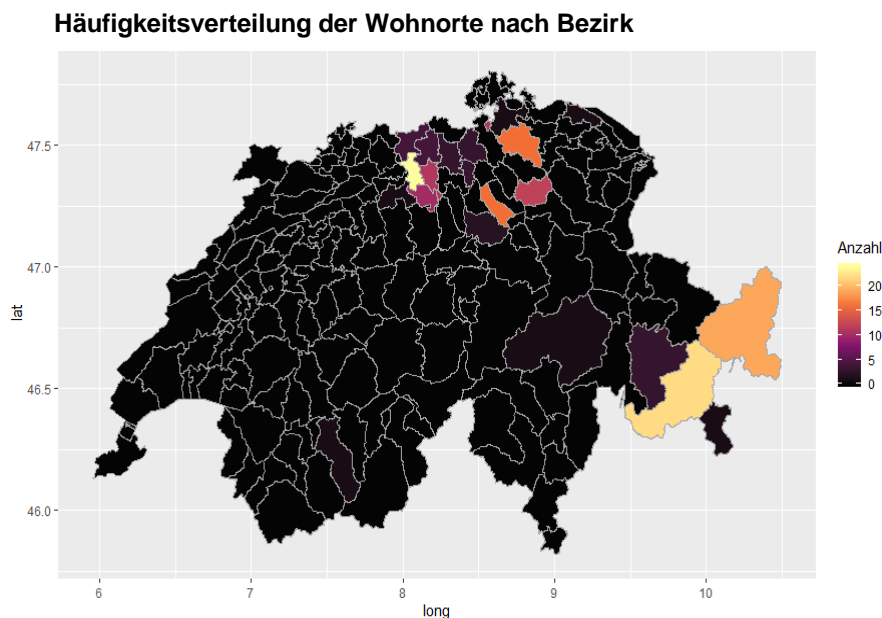


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Wohnorte nach Bezirk

Die Häufigkeit von Aufenthalten in der Natur wurde in die Datenanalyse ebenfalls nicht mit einbezogen, da diese mit dem Schuljahr korrelierte (Fisher-Test, $p=0.016$) und somit nicht unabhängig war. Zudem gaben die Schüler*innen ihr Alter an. Da dieses allerdings praktisch gleichbedeutend war mit der Klassenstufe, wurde auf den Einbezug dieser Variable in der Datenanalyse ebenfalls verzichtet.

Rund die Hälfte der Schüler*innen war zum Zeitpunkt der Befragung minderjährig, weshalb im Vorfeld die Vorschriften zur Befragung Minderjähriger abgeklärt wurden. Da für die Schweiz keine Regelungen gefunden werden konnten, wurde entsprechend der Empfehlungen des Arbeitskreises Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute (ADM) gehandelt. Neben den üblichen Regeln für Befragungen – Freiwilligkeit der Teilnahme und Einwilligung zur Verarbeitung und anonymisierten Nutzung der erhobenen Daten – galt es zu beachten, dass, falls die Einsichtsfähigkeit nicht gegeben sei, ein gesetzlicher Vertreter in die Befragung einwilligen musste. Massgeblich war, ob der/die Jugendliche die Konsequenzen der Verwendung der Daten nachvollziehen und entsprechend Stellung nehmen könne. Bei Jugendlichen im Alter von 14 bis 17 Jahren kann diese Einsichtsfähigkeit grundsätzlich angenommen werden. Da die jüngsten befragten Schüler*innen der Befragung 15 Jahre alt waren, konnte die Einsichtsfähigkeit aller Teilnehmer*innen der Umfrage angenommen werden und es mussten keine elterlichen Einwilligungen eingeholt werden (ADM 2006: 2).

4.1.4 Fragebogen und Hypothesen

Der Fragebogen wurde so konzipiert, dass dessen Ergebnisse mit Erkenntnissen aus früheren Studien und Umfragen verglichen werden konnten und so die Entwicklung der Kenntnisse und Einstellungen der Schüler*innen festgestellt werden konnte. Er bestand aus fünf Haupt- und drei Unterfragen in vier Kategorien, welche 1) die Begriffsdefinition, 2) die Einschätzung des Zustandes der Artenvielfalt in der Schweiz, 3) deren Bedrohungen und 4) den Bezug der Abnahme der Artenvielfalt zum Menschen abdeckten. Die Fragen waren entweder als Auswahl- oder Bewertungsfragen gestellt, bei denen die Antwort aus einer Skala von 1 bis 6 bzw. 7 zu wählen war (so genannte Likert-Skala) oder als offene Fragen.

Es wurden, basierend auf den in Kapitel 2 zitierten früheren Studien und den aus der Lehrplananalyse gewonnenen Erkenntnissen, die folgenden Annahmen getroffen, die mittels des Fragebogens verifiziert oder falsifiziert wurden. Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurden die Hypothesen mit FB (Fragebogen) 1-8 nummeriert.

Kategorie 1: Definition des Begriffs und Herkunft des Wissens (Studien: siehe Kapitel 2.4.1)

- Hypothese FB 1: Die Mehrheit der Schüler*innen hat den Begriff «Biodiversität» schon einmal gehört oder gelesen.
- Hypothese FB 2: Die Mehrheit der Schüler*innen kennt den Begriff «Biodiversität» aus den Medien und nicht aus dem Schulunterricht.
- Hypothese FB 3: Die Mehrheit der befragten Schüler*innen setzt den Begriff «Biodiversität» mit der Artenvielfalt gleich. Die Konzepte der genetischen Vielfalt und Ökosystemvielfalt sind eher unbekannt.

Kategorie 2: Einschätzung des Zustandes der Artenvielfalt in der Schweiz (Studien: siehe Kapitel 2.4.2)

- Hypothese FB 4: Die Schüler*innen schätzen die Pflanzenvielfalt auf einer bestimmten Fläche höher ein als sie tatsächlich ist.

- Hypothese FB 5: Die Schüler*innen identifizieren den menschlichen Einfluss als Faktor für die Abnahme der Biodiversität.

Kategorie 3: Bedrohungen für die Artenvielfalt (Studien: siehe Kapitel 2.4.3)

- Hypothese FB 6: Der Klimawandel wird als grösste Bedrohung wahrgenommen.

In den in Kapitel 2.4.3 zitierten Studien wurde zwar zusätzlich zum Klimawandel die Zunahme der menschlichen Bevölkerung als häufig genannte Ursache für den Biodiversitätsverlust angegeben, da im Fragebogen (Anhang L) jedoch fast ausschliesslich Ursachen zur Auswahl gegeben werden, die direkt oder indirekt mit dem Bevölkerungswachstum zusammenhängen, beschränkten sich die Hypothesen in der Kategorie 3 auf die Hypothese FB 6.

Kategorie 4: Abnahme der Artenvielfalt als Bedrohung für die Menschen (Studien: Kapitel 2.4.4)

- Hypothese FB 7: Der Grossteil der Schüler*innen sieht sich persönlich durch die Abnahme der Artenvielfalt in Zukunft nicht bedroht.
- Hypothese FB 8: Die Schüler*innen sehen die Bedrohung für die Menschheit insgesamt als grösser an als die Bedrohung für sich persönlich.

4.1.5 Pretest

Für die Befragung der vorliegenden Arbeit wurde ein Pretest mit insgesamt 27 Schüler*innen unterschiedlicher Klassenstufen des Kurzzeitgymnasiums durchgeführt, welche anschliessend nicht an der Umfrage oder der Unterrichtseinheit teilnahmen. Durch die Auswertung des Pretests stellte sich heraus, dass der Fragebogen für Jugendliche, die die Bedeutung des Begriffs Biodiversität nicht kannten, nur schlecht ausfüllbar war, da sämtliche Fragen diesen Begriff beinhalteten. Somit wurde der Begriff «Biodiversität» mit dem leichter verständlichen Begriff der «Artenvielfalt» ersetzt. Zudem gaben einige der befragten Jugendlichen an, dass sie die damalige Frage zur Beurteilung von Massnahmen zum Erhalt der Biodiversität nur schlecht beantworten können, da sie sich teilweise unter den zu bewertenden Massnahmen (z.B. Rolle in der Raumplanung und Subventionen) nichts Konkretes hatten vorstellen können. Diese Frage wurde schlussendlich nicht in die endgültige Version des Fragebogens übernommen und stattdessen der Fokus vermehrt auf die Wahrnehmung des Zustandes bzw. der Abnahme der Biodiversität gelegt. Was der Pretest ebenfalls zeigen konnte, war, dass die Länge des Fragebogens angemessen war und die Auswahl der Antwortmöglichkeiten differenzierte Aussagen zu den einzelnen Fragen zulies.

4.1.6 Datenanalyse

Quantitativ erhobene Daten werden in der Regel mithilfe von mathematisch-statistischen Verfahren ausgewertet (Mattissek et al. 2013: 95). In der vorliegenden Arbeit wurden deskriptive Analysen und Dependenzanalysen verwendet. Die folgenden Erläuterungen der verwendeten Analysen sind der Methodenberatung zur Datenanalyse der Universität Zürich² entnommen. Genauere Informationen zu den Verfahren sind unter den in den Fussnoten angegebenen Links zu finden.

Deskriptive Analysen³ dienen einerseits der Beschreibung eines Datensatzes anhand einzelner Merkmale und ermöglichen es andererseits, mögliche Fehler bei der Datenerfassung und/oder

² https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss.html (Zugriff: 30.05.2020)

³ https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/deskuniv.html (Zugriff: 30.05.2020)

Ausreisser im Datensatz zu entdecken. Zudem sind sie notwendig, um die Eignung der Daten für weiterführende Analyseverfahren einschätzen zu können. In der Regel werden deskriptive Analysen mittels Häufigkeitsverteilungen sowie Lage- und Streuungsmassen durchgeführt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt einerseits durch Häufigkeitstabellen, aber auch graphisch, beispielsweise durch Balkendiagramme. Zusätzlich zu einer graphischen Darstellung lässt sich die Verteilung der Merkmalsausprägungen durch Lagemasse (Mittelwert, Median und Modus) und Streuungsmasse (z.B. Standardabweichung, Varianz) charakterisieren.

Dependenzanalysen⁴ sind statistische Tests, welche dazu dienen, Abhängigkeiten zwischen Variablen in einem Datensatz zu untersuchen und das Ziel haben, statistische Aussagen über einen Sachverhalt zu machen. Dazu wurden in der vorliegenden Arbeit mittels Regressions-, Korrelations-, und Mittelwertanalysen Zusammenhänge und Unterschiede zwischen den Variablen untersucht, wobei nicht-parametrische Verfahren verwendet wurden, da die zu untersuchenden Daten die Voraussetzungen für parametrische Verfahren (Normalverteilung der Messwerte und/oder metrisches Skalenniveau) nicht erfüllten.

Statistische Tests werden auch als Hypothesentests bezeichnet, da eine zu prüfende Hypothese, die Nullhypothese (H_0), und eine Alternativhypothese (H_1) aufgestellt werden. Diese Hypothesen sind dabei nicht mit den in den Kapiteln 4.1.4 und 4.3.2. aufgestellten Hypothesen FB 1- FB 8 und UE 1- UE 6 zu verwechseln. Alle Methoden, die unter Dependenzanalysen aufgeführt sind, sind Hypothesentests, was bedeutet, dass sich mit diesen Methoden überprüfen lässt, ob die erhobenen Unterschiede oder Zusammenhänge statistisch signifikant sind. Da diese Aussagen nur anhand von Stichproben gemacht werden, lassen sich die Hypothesen über die Grundgesamtheit nur mit einer vorher festgelegten Wahrscheinlichkeit annehmen oder verwerfen. Ein entscheidender Wert ist dabei das Signifikanzniveau, welches die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, einen sogenannten Fehler 1. Art zu begehen. Dies bedeutet, dass in der Grundgesamtheit die Nullhypothese wahr ist (z.B. «Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Klassenstufe und dem Interesse für die Thematik der Biodiversität»), aufgrund der Daten der Stichprobe wird die Hypothese aber verworfen und die Alternativhypothese angenommen («Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Klassenstufe und dem Interesse für die Thematik der Biodiversität»).

Bei sozialwissenschaftlichen Forschungen wird meistens ein Signifikanzniveau von 5% vorausgesetzt, so auch in der vorliegenden Arbeit. Das verwendete Statistikprogramm «R» gibt bei allen Methoden das berechnete Signifikanzniveau als Zahl aus – der sogenannte p-Wert. Bei einem festgelegten Signifikanzniveau von 5% sollte dieser Wert unter 0.05 liegen. Dann lässt sich sagen, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 95% davon ausgegangen werden kann, dass die Varianz der Daten nicht zufällig entstanden ist.

Im Folgenden werden die verwendeten statistischen Tests aufgelistet:

- Regressionsanalysen
 - (Binär) logistische Regressionsanalyse⁵: Die (binär) logistische Regressionsanalyse wird angewendet, wenn geprüft werden soll, ob ein Zusammenhang zwischen einer abhängigen binären Variable und einer oder mehreren unabhängigen Variablen besteht.

⁴ www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/dependenz.html (Zugriff: 30.05.2020)

⁵ https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/lreg.html (Zugriff: 30.05.2020)

- Korrelationsanalysen
 - Rangkorrelationsanalyse nach Spearman⁶: Die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman berechnet den linearen Zusammenhang zweier mindestens ordinalskalierten Variablen. Wenn die Zelhäufigkeiten sind als 5, wird der Fisher-Test verwendet.
- Unterschiede von Mittelwerten
 - Der Kruskal-Wallis-Test⁷: Der Kruskal-Wallis-Test testet, ob sich die zentralen Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben unterscheiden. Der Kruskal-Wallis-Test wird verwendet, wenn die Voraussetzungen für eine Varianzanalyse nicht erfüllt sind.
 - Der Mann-Whitney-*U*-Test⁸: Der Mann-Whitney-*U*-Test, auch Wilcoxon Rangsummen-Test genannt, testet, ob die zentralen Tendenzen zweier unabhängiger Stichproben verschieden sind. Der Mann-Whitney-*U*-Test wird verwendet, wenn die Voraussetzungen für einen *t*-Test nicht erfüllt sind.

⁶ https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/zusammenhaenge/lreg.html (Zugriff: 30.05.2020)

⁷ https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/kruskal.html (Zugriff: 30.05.2020)

⁸ https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/mann.html (Zugriff: 30.05.2020)

4.2 Qualitative Interviews

Um eine aussagekräftige Standortbestimmung des Stellenwerts der Biodiversität im heutigen Geographieunterricht in Mittelschulen auf der Sekundarstufe II machen zu können, ist der Einbezug von Lehrpersonen enorm wichtig, da sich aus den Lehrplänen allein nicht erschliesst wie das Thema in den Unterricht eingebettet wird. Zudem können die Lehrpersonen einschätzen, wie sich die Relevanz in Zukunft entwickeln wird. Aus diesem Grund wurden mit den fünf Lehrpersonen der an der Unterrichtseinheit beteiligten Klassen Leitfragen-Interviews durchgeführt. Diese Interviewform eignete sich in diesem Zusammenhang besonders, da die Lehrpersonen frei von ihren Erfahrungen und Ansichten erzählen konnten, ohne durch eine vorgegebene Reihenfolge der Fragen eingeschränkt zu werden. Dabei hatte der Interview-Leitfragen lediglich eine unterstützende Funktion.

4.2.1 Entstehungssituation der Interviews

Mit allen Lehrpersonen war zu Beginn der Masterarbeit telefonisch oder persönlich ein Gespräch geführt worden, bei dem die Lehrpersonen über den geplanten Ablauf der Unterrichtseinheit und deren Auswertung informiert wurden. In diesen Gesprächen hatten alle Lehrpersonen in ein Interview einwilligt.

Alle Gespräche fanden in den Räumlichkeiten der Schule statt, entweder in einem leeren Klassenzimmer oder im Vorbereitungszimmer. Diese Orte eigneten sich einerseits sehr gut als Intervieworte, da die Lehrpersonen in ihrem vertrauten Umfeld befragt werden konnten, sie brachten andererseits aber auch Schwierigkeiten mit sich, da in der Pause der Lärmpegel in den Gängen stark answoll und die Aufnahme stellenweise schwierig zu verstehen war oder die Interviews in den Vorbereitungszimmern durch Anliegen der Schüler*innen oder andere Geographielehrpersonen unterbrochen wurden. Insgesamt kann jedoch gesagt werden, dass trotz Unterbrechungen viele interessante Aspekte angesprochen und spannende Gespräche geführt werden konnten.

4.2.2 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Interviews mit den Lehrpersonen der unterrichteten Klassen wurden nach ihrer Transkription mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ausgewertet. Deren Ziel besteht darin, Material jeglicher Art von Kommunikation zu analysieren (z.B. Interviews und Texte, aber auch Bilder), indem dieses in Einheiten zerlegt und dadurch die Komplexität reduziert wird (Mayring 2015: 11). Das zentrale Instrument der Inhaltsanalyse ist die Bildung dieser Einheiten, im folgenden Kategorien genannt, welche auf zwei Arten erfolgen kann: induktiv oder deduktiv. Während bei der induktiven Vorgehensweise laufend Kategorien aus dem vorliegenden Material abgeleitet werden, werden bei der deduktiven Vorgehensweise die Kategorien bereits vor Beginn der Analyse gebildet (Mayring 2015: 69). Diese Variante bietet sich an, wenn ein bedeutendes Vorwissen vorhanden ist, bereits Hypothesen aufgestellt wurden oder Transkripte von Leitfrageninterviews analysiert werden sollen, da durch die Reihenfolge der Fragen bereits eine gewisse Strukturierung des Inhalts gegeben ist. Aus diesem Grund wurde letztere Variante auch in der vorliegenden Arbeit angewandt, wobei gesagt werden muss, dass eine deduktive Vorgehensweise nicht automatisch ausschliesst, dass im Laufe der Textanalyse weitere Kategorien gebildet werden, wenn so der Inhalt des Materials dezidiert abgebildet werden kann. Nach der Kategorienbildung wird ein Kodierleitfragen erstellt, um Überschneidungen zu vermeiden und die Kategorien möglichst deutlich voneinander abzugrenzen. Wie bereits erwähnt, waren die Kategorien für die Kodierung zwar bereits vor der Analyse festgelegt

worden, wurden aber während dieser nochmals angepasst. Somit ergaben sich zum Schluss die folgenden Kategorien:

Tabelle 4: Kategorien, Ankerbeispiele und Kodierregeln für die qualitative Analyse der Interviews

Oberkategorie	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Kodierregeln
Biodiversität im gegenwärtigen Unterricht	K1) Art der Einbettung	Textstellen, die auf die Art und Häufigkeit der Thematisierung im gegenwärtigen Unterricht hinweisen	«Es [die Biodiversität] wird mehr so ein bisschen gestreift und man schaut es ein bisschen an, aber es ist kein eigenes Thema.» (Lehrperson Z1, Z. 55-56)	Nur Grad der Thematisierung, keine Inhalte
	K2) Themen mit Biodiversitäts-Aspekt	Textstellen, die Themen beinhalten, in deren Zusammenhang die Biodiversität im Unterricht behandelt wurde	«Mit der industriellen Landwirtschaft war ein grosses Thema dabei.» (Lehrperson G1, Z. 13)	Nur inhaltliche Themen, nicht wie stark Thematisierung
	K3) Rolle der Lehrperson	Textstellen, die auf die Rolle der Lehrperson hinweisen, ob die Biodiversität im Unterricht thematisiert wird.	«Biodiversität ist jetzt ein Thema, das mich persönlich schon interessiert, ja.» (Lehrperson Z2, Z. 165-166)	Nur Rolle der Lehrperson, nicht welche Unterrichtsform
Biodiversität im zukünftigen Unterricht	K4) Zukünftige Unterrichtsform	Textstellen, die Informationen dazu enthalten, in welcher Unterrichtsform das Thema zukünftig im Fach Geographie denkbar ist	«Eigentlich ein Thema, das man auch vollwertig einfach im Standardgeographie-Unterricht so unterrichten könnte, mit diesen beiden Lektionen. Wir haben das nirgends so drin. (Lehrperson Z2, Z. 16-19)	Nur Art des Unterrichts, keine Angabe zu anderen Fächern
	K5) Interdisziplinarität	Textstellen, die Angaben zu anderen Unterrichtsfächern enthalten	«Es wäre eher ein interdisziplinäres Thema, denke ich, mit der Bio zusammen. Oder [es wäre] spannend in einer Projektwoche mal mit der Bio zusammen das anzuschauen.» (Lehrperson Z1, Z. 40 – 41)	-
	K6) Rolle der Lehrperson	Textstellen, die auf die Rolle der Lehrperson hinweisen, ob die Biodiversität in der Zukunft im Unterricht thematisiert wird.	«Den Lehrplan machen ja dann die einzelnen Lehrer zusammen und die richten das auf ihre Interessen aus. Und wenn sie es reinnehmen, heisst das schon, dass das Grundinteresse da ist und wenn nicht, dann ist einfach keine Affinität dazu da.» (Lehrperson Z1, Z. 74-76)	Nur Rolle der Lehrperson, nicht welche Unterrichtsform

Die Transkription der Interviews und die qualitative Inhaltsanalyse wurden im Programm MAXQDA durchgeführt⁹. Zum Schutz der Lehrpersonen wurden sie und sämtliche Angaben, die Rückschlüsse auf den Unterrichtsort zulassen würden, anonymisiert. Um ihnen später dennoch die Aussagen zuordnen zu können, erhielten die Lehrpersonen ein Kürzel bestehend aus einem Grossbuchstaben und einer Zahl (Tabelle 5). Der Buchstabe bezeichnet dabei den Kanton der Schule, die Zahl die Nummer der Lehrperson aus diesem Kanton.

Tabelle 5: Kürzel zur Anonymisierung der Lehrpersonen

Kanton Graubünden	Kanton Zürich	Kanton Aargau
G1	Z1	A1
G2	Z2	

⁹ Genauere Informationen sind unter www.maxqda.de zu finden.

4.3 Unterrichtseinheit

Mit der Durchführung einer Unterrichtseinheit wurden die Umsetzung des Themas Biodiversität im Geographieunterricht in der Praxis getestet und deren Chancen und Herausforderungen erkannt. Das Kapitel 4.3.1. beschreibt Aspekte, die bei der Planung und Durchführung der Unterrichtseinheit berücksichtigt wurden, das Kapitel 4.3.2. das Vorgehen bei der Auswertung.

4.3.1 Planung und Durchführung

4.3.1.1 Themen und Lernziele

Die durchgeführten Lektionen basieren auf einer Unterrichtseinheit, die vom Schweizerischen Nationalpark im Rahmen des Projekts Alpionet2030 erstellt worden war. In diesem Projekt hatten 15 Projektpartner (u.a. der Schweizerische Nationalpark) aus sechs Ländern Aspekte der ökologischen Vernetzung untersucht und einerseits ein Konzept, wie alpenweit Gebiete vernetzt werden können, erarbeitet und sich andererseits mit der Frage befasst, wie die Bedürfnisse von Wildtieren und die Nutzungsinteressen des Menschen miteinander vereinbar sind. Neben den im Rahmen dieses Projekts entstandenen Webkarten-Anwendungen für Expert*innen dienen die Resultate auch der Sensibilisierung einer breiten Öffentlichkeit. Hierzu waren unter anderem Onlinespiele entwickelt worden, die auch in der Unterrichtseinheit der vorliegenden Arbeit verwendet wurden. Die ursprüngliche Unterrichtseinheit des Nationalparks war für fünf Lektionen konzipiert worden und behandelt, nebst dem Fokus der ökologischen Vernetzung, auch die Themen «Ökosystemdienstleistungen», «Ursachen des Biodiversitätsverlustes» und «Nutzungskonflikte in der Landschaftsplanung».

Da es aus zeitlichen und organisatorischen Gründen im Rahmen dieser Arbeit nicht machbar gewesen wäre, die gesamte Unterrichtseinheit à fünf Lektionen plus zwei zusätzliche Lektionen für Befragung und Auswertung durchzuführen – dies hätte 2-4 Wochen regulären Geographieunterricht in Anspruch genommen – wurden die Themen «Ursachen der Biodiversitätsabnahme» und «ökologische Vernetzung» der ursprünglichen Unterrichtseinheit herausgepickt und mit jenen Aspekten der Befragung ergänzt, bei welchen in der Auswertung Wissenslücken festgestellt wurden. Die Umfrage hatte ergeben, dass der Begriff «Biodiversität» sehr unterschiedlich verstanden wird. Deshalb wurde es als notwendig erachtet, als ersten Schwerpunkt in der ersten Lektion von insgesamt zwei zunächst ein gemeinsames Verständnis der Begrifflichkeiten zu schaffen. Es soll jedoch betont werden, dass die Abwesenheit von Kenntnissen des Begriffs Biodiversität nicht automatisch bedeutet, dass jene Personen kein Verständnis für die Ursachen und Auswirkungen der Abnahme der Biodiversität haben. Beim Erhalt der Biodiversität spielen jedoch auch die Vielfalt der Lebensräume und die genetische Vielfalt eine zentrale Rolle, weshalb es wichtig ist diese Ebenen der Biodiversität zu kennen. Der zweite Schwerpunkt der ersten Lektion bestand darin, die Ursachen für die Biodiversitätsabnahme genauer zu betrachten, um dann in der zweiten Lektion deren Auswirkungen auf die Ökosysteme zu verstehen und daraus die Notwendigkeit der Vernetzung von Lebensräumen ableiten zu können.

Die von Schweizerischen Nationalpark gestaltete Unterrichtseinheit, auf welcher diese Doppel- lektion basierte, war für die Klassenstufen 1-2 konzipiert worden. Um den Unterricht für alle Klassen möglichst stufengerecht zu gestalten, wurde die erste Lektion in der Klassenstufe 4 daher etwas abgeändert. Die Lernziele waren jedoch für alle Klassen gleich:

Ziele der Lektion 1: Biodiversitätsverlust

- Die Schüler*innen können die Begriffe «Biodiversität» und «Ökosystem» erklären.
- Die Schüler*innen erkennen (ausgewählte) Ursachen der Biodiversitätsabnahme, indem sie Diagramme, Karten und Texte auswerten.

- Die Schüler*innen können (ausgewählte) Ursachen der Biodiversitätsabnahme nennen und begründen, weshalb diese zu einer Biodiversitätsabnahme führen.

Ziele der Lektion 2: Ökologische Vernetzung

- Die Schüler*innen können mindestens je zwei Gründe nennen, weshalb Pflanzen- und Tierarten im Raum migrieren können sollten.
- Die Schüler*innen können die Relevanz der ökologischen Vernetzung für den Alpenraum beschreiben.
- Die Schüler*innen können die Relevanz der ökologischen Vernetzung als Massnahme zum Erhalt der Biodiversität im Alpenraum beurteilen.

Der Unterrichtsverlauf aller Lektionen sowie die Arbeitsunterlagen, die den Schüler*innen ausgeteilt wurden, sind im Anhang (B-F) zu finden.

4.3.1.2 Zusammensetzung der Klassen

Die Unterrichtseinheit wurde in drei Kantonen an fünf Schulen in acht Klassen unterschiedlicher Klassenstufen durchgeführt (Tabelle 6). In diesen acht Klassen und zwei zusätzlichen Klassen, in welchen kein Unterricht durchgeführt wurde, war auch die schriftliche Befragung durchgeführt worden. Dabei handelte es sich um zwei Klassen der zweiten Klassenstufe des Kurzzeitgymnasiums (40 Schüler*innen), zwei Klassen der dritten Klassenstufe (27 Schüler*innen) und vier Klassen der vierten Klassenstufe (52 Schüler*innen). 48 Schüler*innen waren männlich, 71 weiblich. Betrachtet man zudem die Zuteilung der Wohnorte der Schüler*innen nach Gemeindetypen, stammen 51 Schüler*innen (42.8%) aus einer städtischen Gemeinde, 40 Schüler*innen (33.6%) aus einer intermediären und 28 (23.6%) aus einer ländlichen Gemeinde.

*Tabelle 6: Anzahl Klassen und Schüler*innen für die Unterrichtseinheit*

Klassenstufe (Kurzzeitgymnasium)	Anzahl Klassen	Anzahl Schüler*innen
2	2 Klassen	40
3	2 Klassen	27
4	4 Klassen	52
Total	8 Klassen	119

4.3.1.3 Didaktischen Analyse (nach Klafki 1996)

Die didaktische Analyse nach Klafki (1996) bildet das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung und dient dazu, sich als Lehrperson Gedanken zum Bildungsgehalt in den Unterrichtsinhalten zu machen und deren Wert für ihre Teilnehmenden zu reflektieren und legitimieren (Klafki 1996). Klafki (1996) hat dazu fünf Leitlinien definiert:

- Gegenwartsbedeutung des Inhalts für die Schüler*innen (Welche Bedeutung hat der Unterrichtsinhalt in der Gegenwart für die Schüler*innen?)
- Zukunftsbedeutung des Inhalts für die Schüler*innen (Welche Bedeutung hat der Unterrichtsinhalt in der Zukunft für die Schüler*innen?)
- Exemplarische Bedeutung des Inhalts (Welche allgemeineren Zusammenhänge und Beziehungen lassen sich aus der Auseinandersetzung mit dem Inhalt exemplarisch erfassen?)
- Struktur des Inhalts (Wie kann der Inhalt strukturiert werden?)
- Zugänglichkeit (Wie kann der Inhalt zugänglich gemacht/veranschaulicht werden?)

Im Folgenden werden die Gegenwartsbedeutung, die Zukunftsbedeutung und die exemplarische Bedeutung der Themen der Unterrichtseinheit «Ursachen der Biodiversitätsabnahme» und «ökologische Vernetzung» genauer erläutert.

Gegenwartsbedeutung

Zur Erläuterung der Gegenwartsbedeutung muss auf die Erkenntnisse der Analyse der Lehrpläne und die Interviews mit den Lehrpersonen Bezug genommen werden. Diese werden im Kapitel 5 beschrieben. Die Erkenntnisse der Lehrplananalyse und der Interviews lassen darauf schließen, dass die Schüler*innen mit dem Thema ökologische Vernetzung bisher kaum in Berührung gekommen sind und die Bedeutung dieses Themas in ihrem Alltag vermutlich eher gering ist. Sie könnten aber mit dem Thema insofern vertraut sein, als dass sie mit verschiedenen Massnahmen zur Vernetzung von Lebensräumen (unbewusst) Kontakt hatten: Möglicherweise haben Schüler*innen bereits eine Grünbrücke über eine Autobahn oder eine Fischtreppe an einem Wehr gesehen oder sind in den Medien mit dem Thema in Berührung gekommen.

Die Gegenwartsbedeutung der Ursachen der Biodiversitätsabnahme ist für die Schüler*innen im Vergleich zur ökologischen Vernetzung höher wie die Ergebnisse der Befragung der Schüler*innen und der Interviews mit den Lehrpersonen zeigten. Dies liegt daran, dass einige Ursachen der Biodiversitätsabnahme bereits im Unterricht behandelt wurden. Auch diese Resultate werden in Kapitel 5 beschrieben. Die Schüler*innen sehen sich selbst von der Abnahme der Artenvielfalt betroffen, vor allem durch ein verkleinertes Angebot an Nahrungsmitteln durch reduzierte Bestäubung.

Zukunftsbedeutung

Mit der wachsenden Bevölkerung und der zunehmenden Wirtschaftsleistung werden die Umweltverschmutzung durch Nährstoffüberschüsse und den Einsatz von Insektiziden und Herbiziden, die Verbreitung gebietsfremder invasiver Arten, der anthropogen bedingte Klimawandel und die Fragmentierung von Lebensräumen weiter zunehmen und somit auch die Biodiversitätsabnahme als Folge dieser Prozesse. Diese Verluste wiegen schwer, denn die biologische Vielfalt trägt entscheidend zur Stabilität von Ökosystemen bei und gewährleistet damit die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen wie Nahrungsmittel oder sauberes Trinkwasser. Werden nicht wirkungsvolle Massnahmen zur Förderung der Biodiversität verabschiedet, werden auch die Schüler*innen in Zukunft vom Fehlen dieser Leistungen betroffen sein. Kenntnisse der Notwendigkeit von Massnahmen zur Förderung der Biodiversität sind auch wichtige Voraussetzungen für eine Handlungskompetenz.

Exemplarische Bedeutung

Die in der Unterrichtseinheit behandelten Themen zeigen exemplarisch den Einfluss menschlicher Aktivitäten auf die natürliche Umwelt und wie den Auswirkungen dieser Aktivitäten entgegengewirkt werden kann.

4.3.1.4 Vorstellung der Lernenden

Schüler*innen verfügen über Vorstellungen zu Unterrichtsinhalten bevor diese im schulischen Kontext behandelt werden. Die Kenntnis von Präkonzepten gibt Hinweise auf Lernschwierigkeiten und -widerstände, sowie Anknüpfungsmöglichkeiten, die das Lernen erleichtern. Die Vorstellungen der Lernenden müssen daher schon bei der Planung von Unterricht berücksichtigt werden, denn sie dienen dazu, die Sachstruktur der Geographie so zu elementarisieren und

didaktisch zu rekonstruieren, dass sie von den Schüler*innen verstanden werden kann (Kawischer 2013: 83).

Die Vorstellungen der Schüler*innen der Klassen, in welchen die Unterrichtseinheit durchgeführt wird zum Thema Biodiversität, ergeben sich aus den Resultaten des Fragebogens. Der Begriff «Biodiversität» der Mehrheit der Schüler*innen bekannt ist. Der Begriff wird meist mit der Artenvielfalt gleichgesetzt, andere Definitionen spielen eine untergeordnete Rolle. Die Schüler*innen haben die Vorstellungen eines guten Zustands der Biodiversität in der Schweiz; die Artenvielfalt in verschiedenen Lebensräumen wurde in der Befragung überschätzt, insbesondere im Wald. Die Schüler*innen wissen, dass vor allem anthropogene Prozesse die Artenvielfalt negativ beeinflussen; der Einsatz von Insektiziden und Herbiziden, der Klimawandel und das Überbauen von grünen Wiesen werden als grösste Bedrohungen für die Biodiversität eingeschätzt. Die Schüler*innen sehen den Menschen stark von der Abnahme der Artenvielfalt betroffen, vor allem durch ein verkleinertes Angebot an Nahrungsmitteln durch reduzierte Bestäubung, aber auch eine Abnahme der Schönheit der Natur und deren Erholungsfunktion sowie Auswirkungen auf die Photosynthese.

4.3.2 Auswertung der Unterrichtseinheit

Die Auswertung der Unterrichtseinheit fand mit den Schüler*innen in einer separaten Lektion nach der Unterrichtseinheit statt und diente dazu, festzustellen, inwiefern die Schüler*innen die unter 4.3.1.1. festgelegten Lernziele erreicht haben und dazu zu erfassen, wo die inhaltlichen und methodischen Interessen der Schüler*innen liegen. Die Auswertung der Unterrichtseinheit bestand aus einer schriftlichen Lernkontrolle und einer Evaluation, die aufgeteilt wurde in einen individuellen Fragebogen und eine Auswertung im Plenum.

4.3.2.1 Schriftliche Lernkontrolle

Um das Erreichen der oben genannten Lernziele festzustellen, erfolgte in der Auswertungslektion zunächst eine kurze schriftliche Lernkontrolle mit zwei Aufgaben, jeweils eine für jede Lektion (siehe Anhang H). Diese Lernkontrolle hatte insofern Prüfungscharakter, als dass sie in Einzelarbeit und ohne Hilfsmittel gelöst werden musste, die Schüler*innen mussten sich jedoch nicht ausdrücklich darauf vorbereiten und sie floss auch nicht in die Schulnoten ein. Bei der Konzeption der Aufgaben war darauf geachtet worden, dass verschiedene Anforderungs- und Kompetenzbereiche des Geographieunterrichts (siehe Anhang M) abgedeckt wurden. Dabei wurde das erste Lernziel, die Kenntnisse der Begriffe «Biodiversität» und «Ökosystem» nicht überprüft, da der Fokus auf den thematisierten Ursachen und Wirkungen liegen sollte und Begriffskenntnisse nicht als Voraussetzung angesehen wurden, um ein Verständnis für die Ursachen und Auswirkungen der Abnahme der Biodiversität haben. Die geschriebenen Prüfungen wurden anschliessend anhand eines Erwartungshorizontes bewertet, benotet und der Klassenschnitt berechnet.

Zwecks Vergleichbarkeit wurde eine Durchführung der schriftlichen Lernkontrolle eine Woche nach der Durchführung der Unterrichtseinheit angestrebt. Aus stundenplantechnischen Gründen konnte dies nicht in allen Klassen umgesetzt werden und die Lernkontrolle musste direkt anschliessend an die Unterrichtseinheit durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurden für die Auswertung der schriftlichen Leistungskontrolle zwei Unterkategorien A (direkt anschliessend an die Lektionen) und B (eine Woche später) gebildet, denn durch die unterschiedlichen Voraussetzungen, unter welchen die Lernkontrollen durchgeführt worden waren, konnten die Ergebnisse nicht verglichen werden.

4.3.2.2 Schriftliche Evaluation (individueller Fragebogen)

Nebst inhaltlichen Kriterien wurden auch formale Kriterien der Unterrichtseinheit ausgewertet, um festzustellen, inwiefern die Lektionen den Bedürfnissen der Schüler*innen entsprach und ihr Interesse an der Thematik gesteigert wurde. Dazu füllten die Schüler*innen einen Evaluationsfragebogen mit fünf Kriterien und einem Kommentarfeld für schriftliche Kommentare aus (siehe Anhang G). Die Bewertung musste auf einer fünfstufigen Likert-Skala in die entsprechende Antwortkategorie eingetragen werden. Zudem sollten die Schüler*innen einschätzen, wie sehr die verwendeten Texte, Karten, Graphiken und das Online-Spiel zu ihrem Lernfortschritt beitrugen (ebenfalls auf einer fünfstufigen Likert-Skala). Die schriftlichen Antworten auf dem Evaluationsformular wurden anschliessend codiert und mit den in Kapitel 4 beschriebenen statistischen Analysen ausgewertet. Dabei wurden die Antwortkategorien in folgende Zahlenwerte codiert:

Tabelle 7: Kodierung der Antwortkategorien

	-2	-1	0	1	2
Medien	gar nicht	eher nicht	weder noch	eher stark	sehr stark
Lernfortschritt	gering	eher gering	weder noch	eher hoch	hoch
Schwierigkeitsgrad	zu einfach	eher zu einfach	gerade richtig	eher zu schwierig	zu schwierig
Verhältnis von Theorie und Aufgaben	zu wenig Theorie	eher zu wenig Theorie	gerade richtig	eher zu viel Theorie	zu viel Theorie
Interesse vor der Lektion	gering	eher gering	weder noch	eher hoch	hoch
Veränderung Interesse	gesunken	eher gesunken	unverändert	eher gestiegen	gestiegen

Für die Auswertung der Fragen der schriftlichen Evaluation wurden die folgenden Hypothesen aufgestellt:

- *Hypothese UE 1: Der Beitrag des Online-Spiels zum Lernfortschritt wird als am höchsten beurteilt.*
- *Hypothese UE 2: Der Lernfortschritt fällt in höheren Klassenstufen geringer aus als in tieferen.*
- *Hypothese UE 3: Das Interesse konnte durch die Unterrichtseinheit gesteigert werden.*
- *Hypothese UE 4: Das Verhältnis von Theorie und Praxis wird insgesamt als ausgewogen beurteilt.*
- *Hypothese UE 5: Der Schwierigkeitsgrad wird in der dritten Klassenstufe am ehesten als zu einfach beurteilt.*

Deren Annahmen werden im Folgenden erläutert.

Hypothese UE 1: Der Beitrag des Online-Spiels zum Lernfortschritt wird als am höchsten beurteilt.

In einer Untersuchung zu den für die Schüler*innen am interessantesten Arbeitsweisen im Geographieunterricht zeigten Hemmer und Hemmer (2010), dass die Arbeit mit dem Computer hinter Experimenten zu den beliebtesten Arbeitsweisen gehört (Hemmer und Hemmer 2010: 93). Die Schlusslichter der 17 Arbeitsweisen waren hingegen die Arbeit mit Zahlen und Tabellen, mit Texten und mit dem Schulbuch (Hemmer und Hemmer 2010: 93). Das fachtypische Medium «Karten» war ebenfalls eher im hinteren Bereich der Rangliste auf Platz 13 zu finden (Hemmer und Hemmer 2010: 93). Insgesamt konnte festgestellt werden, dass sich Schülerinnen und Schüler stärker für die Arbeitsweisen interessieren, die einen potentiellen Handlungscharakter aufweisen oder die eine reale Begegnung ermöglichen (Hemmer und Hemmer 2010: 92). Aus diesem Grund wurde erwartet, dass die Schüler*innen die Arbeit mit dem Online-Spiel als interessanter empfinden, was sich auch auf die Lernmotivation auswirken dürfte, denn das Interesse ist eine Kernkomponente der intrinsischen Motivation, also dem Willen, sich aus eigenem Antrieb mit etwas auseinander zu setzen (Grassinger et al. 2019: 215).

Hypothese UE 2: Der Lernfortschritt fällt in höheren Klassenstufen geringer aus als in tieferen.

Die Lernmotivation ist eine wichtige Voraussetzung für den Lernfortschritt. Unter Lernfortschritt wurde der Erwerb von Kompetenzen in den sechs Kompetenzbereichen der Geographie verstanden (Anhang M). Die Interviews mit den Lehrpersonen hatten gezeigt, dass in allen Klassen das Thema «Biodiversität» bereits thematisiert worden war. Da insbesondere die Maturand*innen daher möglicherweise bereits einiges an Vorwissen haben, dürfte der Lernfortschritt in tieferen Klassenstufen höher ausfallen.

Hypothese UE 3: Das Interesse konnte durch die Unterrichtseinheit gesteigert werden.

Das Interesse an einem Lerninhalt kann auf zwei verschiedene Weisen zustande kommen: Zum einen, wenn die Lehrperson im Unterricht ein Thema anspricht, für das sich die Schüler*innen schon vor dem Unterricht stark interessiert haben. Dann spricht man von einem aktualisierten individuellen Interesse (Grassinger et al. 2019: 217). Zum anderen kann ein Interesse völlig neu entstehen und für kürzere oder längere Zeitspannen aufrecht erhalten werden. Dies ist der Fall, wenn es der Lehrkraft gelingt, die Neugier an einem neuen Thema zu wecken und soweit zu stabilisieren, dass daraus ein situationales Interesse erwächst (Grassinger et al. 2019: 215). Nach aktueller Auffassung entwickelt sich personales Interesse aus situativem Interesse, wenn Lernende wiederholt gewecktes, situatives Interesse erleben und sich mit einem Thema identifizieren (Grassinger et al. 2019: 215).

Die Annahme der Steigerung des Interesses kommt dadurch zustande, dass zum einen im Unterricht individuelles Interesse aktualisiert wird, aber auch situatives Interesse geweckt wird, welches sich im Idealfall durch die wiederholte Auseinandersetzung mit dem Thema in personales Interesse umgewandelt wird.

Hypothese UE 4: Das Verhältnis von Theorie und Praxis wird insgesamt als ausgewogen beurteilt.

In der Planung der Unterrichtseinheit wurde darauf geachtet, (frontale) theoretische Inputs möglichst kurz zu halten und die Schüler*innen die Inhalte möglichst selbst erarbeiten zu

lassen. Die Schüler*innen der zweiten Klassenstufe besitzen wahrscheinlich weniger Vorwissen zum Thema als die Klassenstufen drei und vier.

Hypothese UE 5: Der Schwierigkeitsgrad wird in der dritten Klassenstufe am ehesten als zu einfach beurteilt.

Die Beurteilung des Schwierigkeitsgrades ergab sich dadurch, inwiefern an das Vorwissen und die Vorstellungen der Lernenden angeknüpft werden konnte. Bezüglich des Schwierigkeitsgrades wurden für die Klassen der Klassenstufe vier Anpassungen in der ersten Lektion vorgenommen, um die Unterrichtseinheit für die Maturand*innen ebenfalls möglichst stufengerecht zu gestalten. Da keine spezifischen Anpassungen für die Klassenstufe drei vorgenommen wurden, wurde angenommen, dass der Schwierigkeitsgrad in dieser Klasse wahrscheinlich am ehesten als zu einfach beurteilt werden würde.

4.3.2.3 Auswertung im Plenum

Um auch Rückfragen stellen zu können, wurde ein Teil der Auswertung im Plenum durchgeführt. So wurde die Frage nach der persönlichen Betroffenheit, der Betroffenheit der Menschheit insgesamt, von Menschen in der Stadt und von Menschen auf dem Land (nach der Befragung) erneut gestellt, um einen Vergleich zum Stand von vor der Lektion ziehen zu können. Die jeweilige Einschätzung der Betroffenheit der Schüler*innen wurde von den Schüler*innen auf einer Skala an der Wandtafel eingetragen (siehe Anhang I) .

Für die Auswertung der Betroffenheit wurde ebenfalls eine Annahme getroffen:

Hypothese UE6: Die persönliche Betroffenheit von der Abnahme der Artenvielfalt in der Zukunft kann durch die Unterrichtseinheit gesteigert werden.

Zur Illustration der persönlichen Betroffenheit wird das individuelle Interesse verwendet. Wie zuvor erwähnt, kann sich individuelles Interesse bzw. eine Betroffenheit oder Identifikation mit dem Thema dann einstellen, wenn Lernende wiederholt mit dem Thema konfrontiert werden.

In einem letzten Schritt erhielten die Schüler*innen schliesslich Haftnotizen, auf welche sie jeweils separat

- 1) Aspekte der beiden Lektionen (inhaltlicher oder formaler Art), die ihnen gefallen haben,
- 2) Aspekte der beiden Lektionen (inhaltlicher oder formaler Art), die ihnen nicht gefallen haben,
- 3) Aspekte der beiden Lektionen (inhaltlicher oder formaler Art), die ihnen gefehlt haben/zu kurz kamen,
- 4) und ihre wichtigste Erkenntnis

schrieben (siehe Anhang I). Die Einschätzung der Betroffenheit und die auf den Haftnotizen notierten Rückmeldungen wurden an der Wandtafel gesammelt und bei Bedarf besprochen. Die Rückmeldungen der Punkte 1-3 werden im Kapitel 5.3.1. erwähnt, der Punkt 4 im Kapitel 5.3.3.

5 Resultate

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der schriftlichen Befragung, der qualitativen Interviews mit den Lehrpersonen und der Auswertung der Unterrichtseinheit beschrieben. Die Ergebnisse der schriftlichen Befragung werden dabei anhand der in Kapitel 4.1.4. aufgestellten Hypothesen FB 1 bis FB 8 dargestellt, die Ergebnisse der qualitativen Interviews anhand der in Kapitel 4.2.1. gebildeten Kategorien und die Ergebnisse der Unterrichtseinheit anhand der in Kapitel 4.3.2 aufgestellten Hypothesen UE 1 bis UE 6 sowie der schriftlichen Lernkontrolle und der Auswertung im Plenum.

5.1 Schriftliche Befragung

Hypothese FB 1: Die Mehrheit der Schüler*innen hat den Begriff «Biodiversität» schon einmal gehört oder gelesen.

Die Hypothese FB 1 konnte bestätigt werden. 87% der befragten Schüler*innen hatten den Begriff «Biodiversität» schon einmal gehört oder gelesen, 13% nicht. Dabei konnte kein Einfluss des Gemeindetypus des Wohnorts auf die Kenntnis festgestellt werden (logistische Regression, $p_{\text{intermediär}} = 0.647$, $p_{\text{ländlich}} = 0.807$). Im Gegensatz zum Gemeindetypus bestand jedoch ein statistischer Zusammenhang mit der Klassenstufe (Abb. 9, logistische Regression, $p_{\text{Klassenstufe 3}} = 0.005$, $p_{\text{Klassenstufe 4}} = 0.023$). Der Anteil an Schüler*innen, welche den Begriff nicht kannten, war in der zweiten Klasse mit 28.9% deutlich höher als in der dritten (2.1%) und vierten (11.5%).

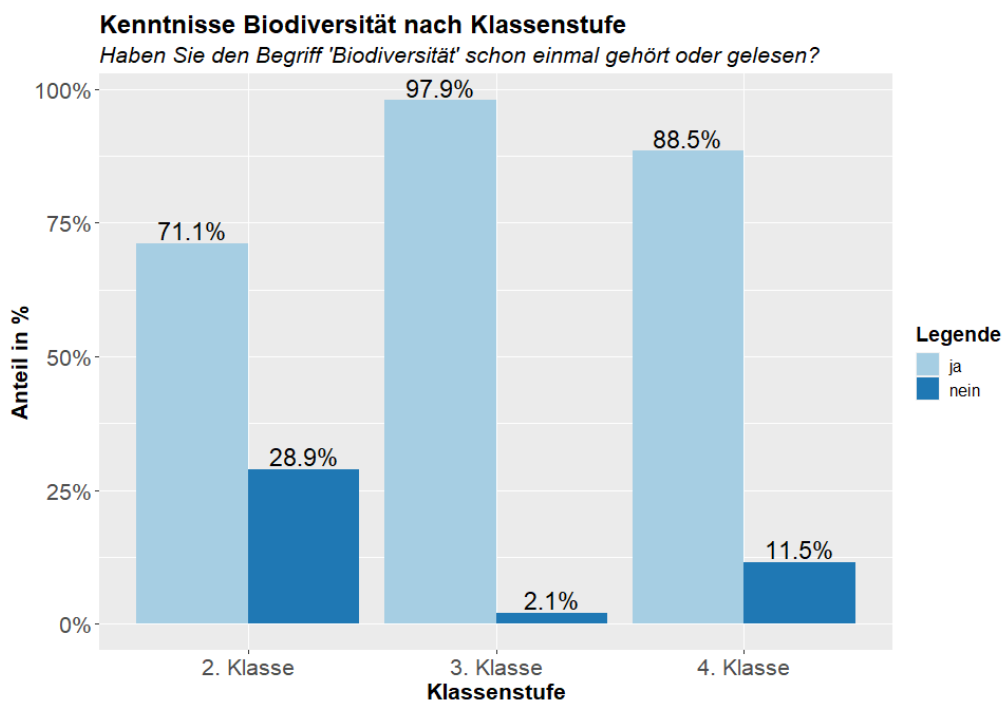


Abbildung 9: Kenntnisse des Begriffs Biodiversität nach Klassenstufe

Hypothese FB 2: Die Mehrheit der Schüler*innen kennt den Begriff «Biodiversität» aus den Medien und nicht aus dem Schulunterricht.

Die Hypothese FB 2 konnte nicht bestätigt werden. 62% der Jugendlichen gaben an, in den Medien von der Biodiversität gehört oder gelesen zu haben, während für insgesamt 92% die Schule eine Wissensquelle darstellte (Abb. 10). Unter diesen 92% war auch ein bedeutender Anteil an Schüler*innen, die sowohl in den Medien als auch im Schulunterricht etwas über die Biodiversität erfahren hatten (54%). Neben dem Schulunterricht und Medien wurden in der Kategorie «Sonstige» Gespräche mit Freunden oder Familie (2), Jagdkunde (2) oder Bücher als Kenntnisquellen angegeben.

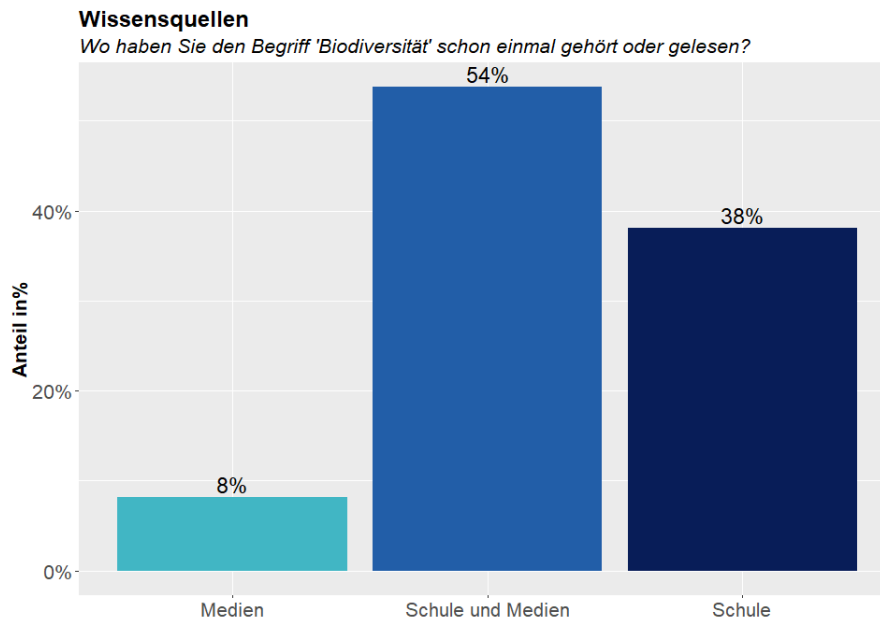


Abbildung 10: Wissensquellen der Begriffskennntnisse

Hypothese FB 3: Die Mehrheit der befragten Schüler*innen setzt den Begriff «Biodiversität» mit der Artenvielfalt gleich. Die Konzepte der genetischen Vielfalt und Ökosystemvielfalt sind eher unbekannt.

Die Hypothese FB 3 konnte bestätigt werden. 75% der Befragten erklärten «Biodiversität» mit dem Konzept der Artenvielfalt, wozu die Kategorien «Artenvielfalt» (37%), «Pflanzen- und Tiervielfalt» (24%), «Pflanzenvielfalt» (10%) und «Vielfalt der Lebewesen» (4%) gezählt werden (Abb. 11). 4% nannten die genetische Vielfalt als Erklärung, wobei diese meist mit «Vielfalt bzw. Unterschiede innerhalb der Arten», beschrieben wurde, während 3% die Biodiversität mit der Vielfalt von Lebensräumen erklärten. 7% der Schüler*innen leiteten die Bedeutung des Begriffes ab und beschrieben «Biodiversität» als «biologische Vielfalt» oder «Vielfalt in der Natur».

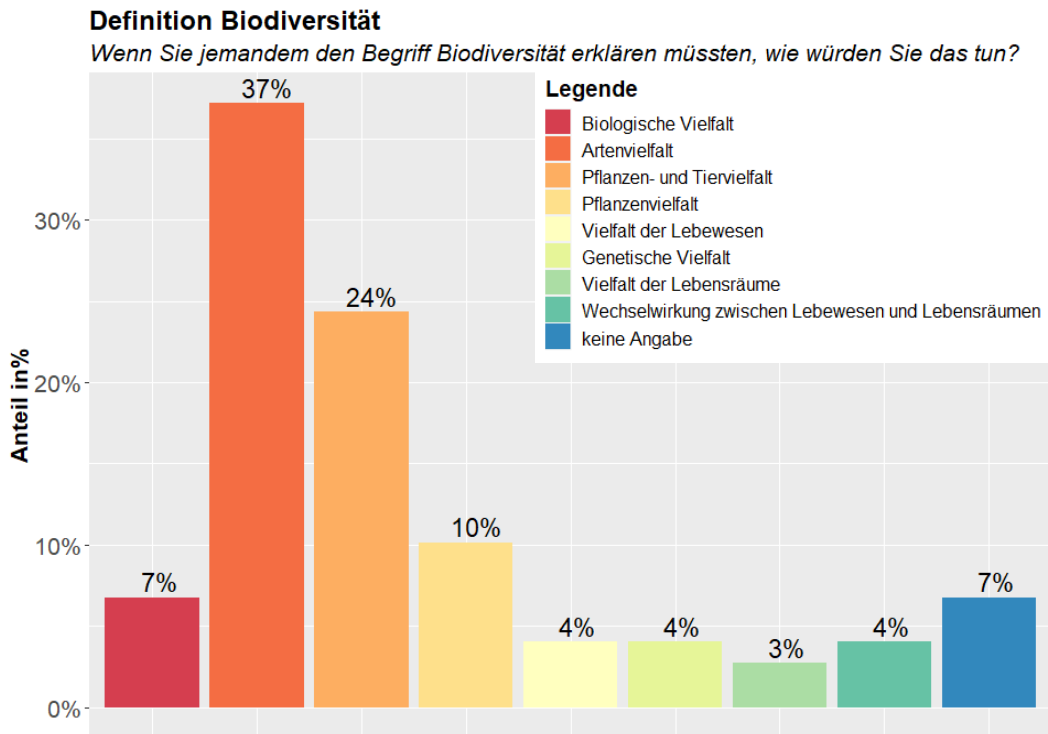


Abbildung 11: Definition des Begriffs Biodiversität

Im Folgenden sind einige Antworten von Schüler*innen zur Frage «Wenn Sie jemandem den Begriff 'Biodiversität' erklären müssten, wie würden Sie das tun?» zur Illustration der Antwortkategorien aufgelistet:

«Biodiversität ist ein Synonym für Artenvielfalt.»

«Ich bin mir nicht sicher, aber ich glaube, wie viele Pflanzen und Tiere es an einem Ort hat.»

«Wie viele Arten von Pflanzen auf einer bestimmten Fläche vorkommen.»

«Biodiversität beschreibt die Artenvielfalt der Lebewesen (Tiere, Pflanzen, Pilze).»

«Die Wechselwirkung zwischen allen Lebewesen, deren Lebensraum und dem Ökosystem bzw. der Umwelt»

«'Bio' bedeutet 'Leben' und 'Diversität' bedeutet 'Verschiedenheit'. Mit «Biodiversität» ist also die Vielfalt an verschiedenen Lebensformen gemeint.»

«Biodiversität beschreibt die biologische Vielfalt innerhalb eines Ökosystems.»

«Unterschiede in den Arten selbst»

«Die verschiedenen Lebensräume in der Welt»

Hypothese FB 4: Die Schüler*innen schätzen die Pflanzenvielfalt auf einer bestimmten Fläche höher ein als sie tatsächlich ist.

Die Hypothese FB 4 konnte bestätigt werden. Die Mediane für die vier Lebensräume «Wiese ohne landwirtschaftliche Nutzung», «Wiese mit landwirtschaftlicher Nutzung», «Fichtenwald» und «Maisfeld» waren 120, 50, 190 und 10, was Überschätzungen der Faktoren von 1.2, 2.5, 9.5 und 10 entspricht. Dabei war die Streuung der Schätzungen mit dem kleinsten Wert im einstelligen und dem grössten Wert im sechs- oder gar siebenstelligen Bereich sehr gross (Tabelle 8), weshalb nicht ausgeschlossen werden konnte, dass einige Schüler*innen die Frage falsch

verstanden haben und die Anzahl individueller Pflanzen anstelle der Anzahl Arten angegeben haben.

Tabelle 8: Geschätzte Anzahl Pflanzenarten in vier Lebensräumen auf einer Fläche von 100x100m Die Angaben der realen Pflanzenvielfalt stammen aus Lindemann-Matthies und Bose (2008)

	Wiese ohne landwirtschaftliche Nutzung	Wiese mit landwirtschaftlicher Nutzung	Fichtenwald	Maisfeld
Kleinster Wert	5	3	9	1
Grösster Wert	1'500'000	500'000	1'000'000	1'500'000
Median	120	50	190	10
Realität	~100	~20	~20	1
Überschätzungsfaktor (Median/ Realität)	1.2	2.5	9.5	10

Während die Schätzungen der Pflanzenvielfalt in den Wiesenflächen gut mit der Realität übereinstimmten, wurde die Pflanzenvielfalt im Fichtenwald und im Maisfeld deutlich überschätzt. Die Schüler*innen erkannten, dass die Pflanzenvielfalt im Maisfeld im Vergleich zu den übrigen Lebensräumen relativ gering ist, doch dadurch, dass lediglich eine Pflanzenart angepflanzt wird, fiel der Überschätzungsfaktor am höchsten aus. Die Korrelationsanalyse nach Spearman konnte für keine Fläche eine Abhängigkeit der Angaben vom Gemeindetypus des Wohnorts oder dem Schuljahr feststellen (Tabelle 9).

Tabelle 9: Signifikanzwerte der Korrelationsanalyse nach Spearman

	Wiese ohne landwirtschaftliche Nutzung	Wiese mit landwirtschaftlicher Nutzung	Fichtenwald	Maisfeld
Schuljahr	0.414	0.806	0.904	0.313
Gemeindetypus	0.992	0.468	0.252	0.553

Hypothese FB 5: Die Schüler*innen identifizieren den menschlichen Einfluss als Faktor für die Abnahme der Biodiversität.

Neben der numerischen Einschätzung der Artenvielfalt in der Schweiz, wurden die Schüler*innen gebeten, auf einer Karte einzuzeichnen, in welchen Regionen der Schweiz, sie eine hohe Artenvielfalt vermuteten, und ihre Wahl zu begründen. Die schriftlichen Antworten der Schüler*innen wurden codiert und in sechs Kategorien eingeteilt. Dabei waren mehrere Antworten möglich. Rund ein Drittel der Jugendlichen nannte die geringe Siedlungsdichte als Faktor für hohe Biodiversität. Indirekt mit dem Grad der Siedlungsdichte verbunden waren die Faktoren Wiesen und Wälder und Gebirge. Somit war der Mensch als Einflussfaktor in rund 70% der Antworten präsent; die Hypothese FB 5 konnte bestätigt werden (Abb. 12).

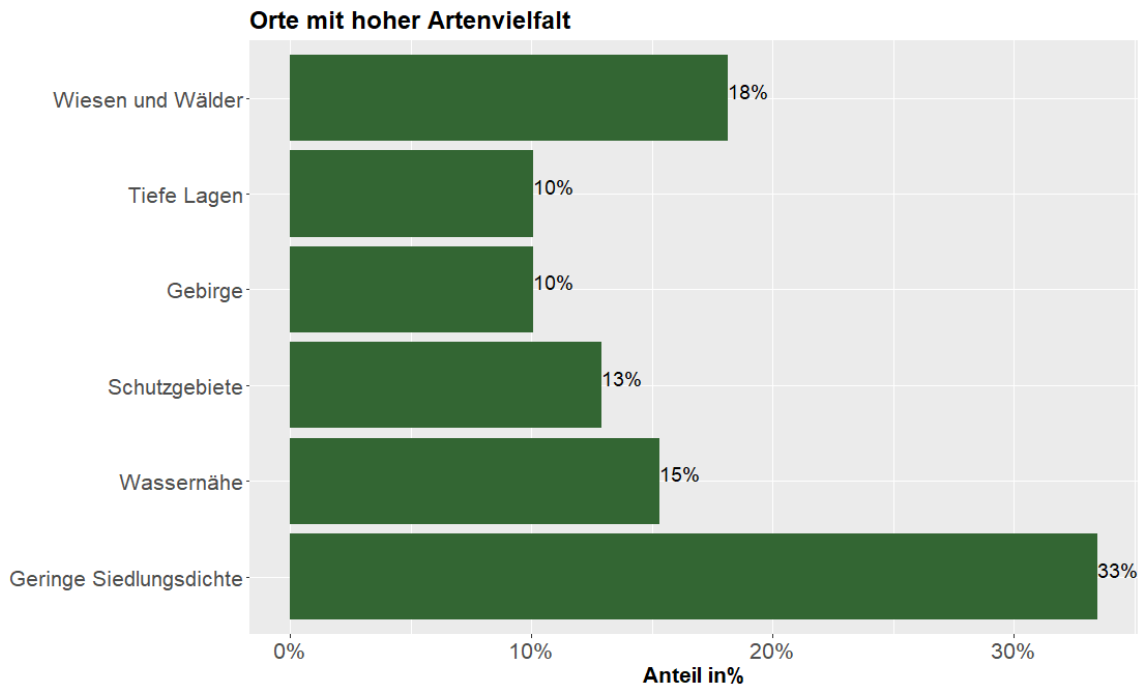


Abbildung 12: Eigenschaften von Orten mit hoher Artenvielfalt

Weitere Faktoren waren die Wassernähe (15%), tiefe Lagen (10%) und Schutzgebiete (13%). Die Höhenlage wurde sowohl als Faktor für hohe Artenvielfalt, als auch als Faktor für geringe Artenvielfalt genannt. Mit zunehmender Höhenlagen (= «Gebirge») wurde folgerichtig einerseits eine geringere Siedlungsdichte und somit mehr Platz für natürliche Lebensräume assoziiert, und andererseits eine Verschlechterung der Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere.

Mittels einer logistischen Regression wurde die Abhängigkeit der Antworten vom Gemeindetypus des Wohnorts untersucht. Für die Schutzgebiete wurde ein signifikanter Zusammenhang festgestellt: je ländlicher die Gemeinde, desto eher wurden Schutzgebiete als Ort hoher Artenvielfalt genannt ($p_{\text{intermediär}}=0.008$, $p_{\text{ländlich}}=0.000$). Dieser kam wahrscheinlich dadurch zustande, dass mit dem Schweizerischen Nationalpark im Kanton Graubünden ein sehr bekanntes Schutzgebiet liegt, welches von den Schüler*innen ländlicher Wohnorte, welche vor allem im Kanton Graubünden zu finden sind, oft genannt wurde.

Hypothese FB 6: Der Klimawandel wird als grösste Bedrohung wahrgenommen.

Betrachtet man die Prozentzahlen der Antwortkategorie «sehr hoch», wurden der Einsatz von Insektiziden und Herbiziden (34%), der Klimawandel (28%) und das Überbauen von grünen Wiesen (25%) mit einigem Abstand zu den übrigen Kategorien als grösste Bedrohungen für die Biodiversität eingeschätzt (Tabelle 10). Die Hypothese FB 6 konnte damit nicht bestätigt werden. Es wurde ein Zusammenhang zwischen dem Schuljahr und dem Faktor Klimawandel festgestellt (Kruskall-Wallis-Test, $p_{\text{Klassenstufe 4}} = 0.006$).

Tabelle 10: Häufigkeitstabelle der Bedrohungen für die Artenvielfalt

	sehr hoch	hoch	eher hoch	eher gering	gering	sehr gering	gar nicht	weiss nicht/ keine Angabe
Klimawandel	28.0%	30.0%	28.0%	9.0%	2.0%	1.0%	0.0%	1.0%
Insektizide und Herbizide	34.0%	36.0%	18.0%	7.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.0%
Übermässiger Einsatz von Düngemitteln	11.0%	20.0%	41.0%	15.0%	5.0%	2.0%	2.0%	4.0%
Lichtverschmutzung	2.0%	8.0%	18.0%	28.0%	11%	4.0%	4.0%	25.0%
Einführung gebietsfremder invasiver Arten	13.0%	26.0%	29.0%	12.0%	9.0%	1.0%	1.0%	9.0%
Künstliche Beschneidung von Skipisten	2.0%	5.0%	19.0%	29.0%	19.0%	11.0%	1.0%	12.0%
Bau von Autobahnen und Eisenbahnlinien	13.0%	29.0%	32.0%	15.0%	6.0%	2.0%	0.0%	2.0%
Überbauen von grünen Wiesen	25.0%	35.0%	24.0%	8.0%	3.0%	1.0 %	0.0%	4.0%
Wiederansiedeln von Grossraubtieren	0.0%	2.0%	3.0%	21.0%	24.0%	24.0%	21.0%	5.0%

Hypothese FB 7: Der Grossteil der Schüler*innen sieht sich persönlich durch die Abnahme der Artenvielfalt nicht bedroht.

Diese Hypothese FB 7 konnte nicht bestätigt werden (Abb. 13). 81.9% der befragten Schüler*innen sahen sich persönlich in der Zukunft stark (42.7%), sehr stark (18.7%) oder eher stark (20.5%) von der Abnahme der Artenvielfalt betroffen. Die Betroffenheit war dabei unabhängig von Wohnort (Kruskal-Wallis-Test, $p=0.068$) und Klassenstufe (Kruskal-Wallis-Test, $p=0.365$).

Hypothese FB 8: Die Schüler*innen sehen die Bedrohung für die Menschheit insgesamt als grösser an als die Bedrohung für sich persönlich.

Die Hypothese FB 8 konnte bestätigt werden. Während sich 81.9% der befragten Schüler*innen in der Zukunft stark (42.7%), sehr stark (18.7%) oder eher stark (20.5%) von der Abnahme der Artenvielfalt betroffen fühlten, gingen insgesamt 94.7% der Schüler*innen davon aus, dass dies für die Menschheit der Fall ist. Insbesondere der Wert für die starke Betroffenheit war für die Menschheit deutlich höher als für die persönliche Betroffenheit (Abb. 15). Wie hoch die Betroffenheit der Menschheit insgesamt eingeschätzt wurde, ist dabei unabhängig des Gemeindetypus des Wohnorts (Kruskall-Wallis-Test, $p=0.071$).

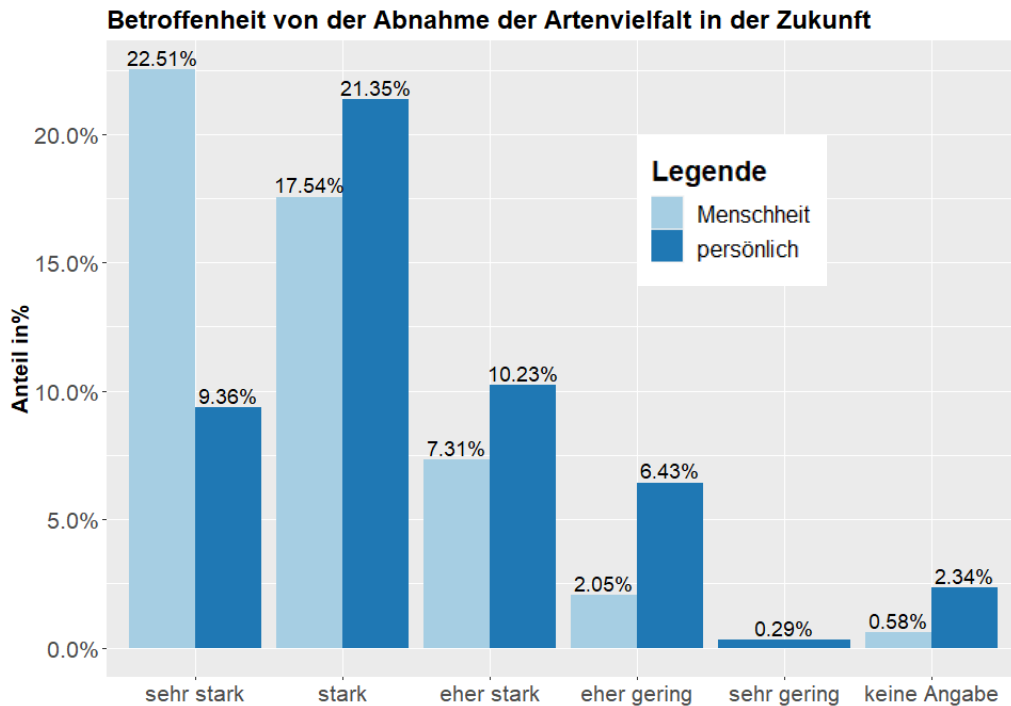


Abbildung 15: Relative Häufigkeit der persönlichen Betroffenheit und der Betroffenheit der Menschheit insgesamt in der Zukunft

5.2 Qualitative Interviews

Entsprechend der unter 4.2.1 gebildeten Kategorien wurde die Auswertung der Interviews mit den Lehrpersonen in den Stellenwert der Biodiversität im gegenwärtigen und im zukünftigen Unterricht unterteilt.

5.2.1 Stellenwert der Biodiversität im gegenwärtigen Unterricht

Als Ergänzung zur Analyse von kantonalen Rahmenlehrplänen und schuleigenen Fachlehrplänen (siehe Kapitel 3) wurden auch die Lehrpersonen zum Stellenwert der Biodiversität im aktuellen Unterricht befragt. Der Einbezug der Aussagen der Lehrpersonen ist extrem wichtig, um eine verlässliche Aussage über den Stellenwert der Biodiversität im Geographieunterricht machen zu können, denn die kantonalen Rahmenlehrpläne, aber auch die schuleigenen Lehrpläne waren meist eher allgemein formuliert und liessen dadurch keine zuverlässigen Rückschlüsse auf konkrete Unterrichtsinhalte zu.

K1: Art der Einbettung

Bezüglich der Einbettung im Unterricht gaben alle Lehrpersonen an, dass Aspekte der Biodiversität in den Lektionen vorkommen. Die Biodiversität wurde dabei bei keiner Lehrperson als eigenes Thema behandelt, sondern im Zusammenhang mit verschiedenen Themen als Stichwort erwähnt oder in Aufgabenstellungen oder Präsentationen eingebunden.

«Ich muss sagen, ich finde es fast schwierig an ein Thema zu denken, wo man es nicht reinnimmt. Also klar, nicht vertieft, dass man einmal in einer Lektion den Fokus darauf setzt, aber, dass man es einbindet in eine Aufgabenstellung oder eine Thematik oder in (...) Präsentationen, das ist schon noch häufig bei mir im Unterricht zu finden.» (Lehrperson G1, Z. 16-19)

«Es [die Biodiversität] wird mehr so ein bisschen gestreift und man schaut es ein bisschen an, aber es ist kein eigenes Thema.» (Lehrperson Z1, Z. 55-56)

K2: Themen mit Biodiversitäts-Aspekt

Die Bandbreite an Lerngebieten, in deren Zusammenhang die biologische Vielfalt dabei im Unterricht angesprochen wurde, war sehr gross, wobei die Überschneidung der Antworten der Lehrpersonen interessanterweise sehr klein war: Mit Ausnahme der Landwirtschaft und der Raumplanung, die mehrfach genannt wurden, zählten die Lehrpersonen jeweils unterschiedliche Themengebiete auf.

- Überfischung («[...] dass es schon Teile der Meere oder Ozeane gibt, die schon fast leer-gefischt sind», Lehrperson Z2, Z. 31)
- Energiegewinnung («Energiegewinnungsressourcen [...] zum Beispiel Fracking», Lehrperson G1, Z.16)
- Bodenkunde/Landwirtschaft («Aspekte des Bodenschutzes, Monokulturen, Dreifelder-Wirtschaft, Situation der Bauern, Subventionierung allgemein», Lehrperson Z1, Z. 31-35, industrielle Landwirtschaft, [damit] war ein grosses Thema dabei)
- Siedlungsentwicklung («dass dann die Tiere weniger Platz haben», Lehrperson G2, Z. 5-6)
- Klimawandel («dass es eine Folge ist der Klimaerwärmung», Lehrperson G2, Z. 3-4)
- Raumplanung (Zersiedelung), moderne Stadt- und Landschaftsplanung, Zonierung (Lehrperson A1)

Mit der Aufzählung dieser Themen wurde deutlich, dass der Einbezug der Biodiversität sowohl bei Themen erfolgte, die der physischen Geographie zugeordnet werden können (Bodenkunde, Klimawandel), als auch bei Themen der Humangeographie (Siedlungsentwicklung, Raumplanung) und bei Themen, die einen Mensch-Umwelt-Bezug haben (Überfischung, Energiegewinnung). Diese Aufzählung machte ausserdem deutlich, dass Unterschiede bestanden in der Häufigkeit, mit welcher die Biodiversität im Unterricht angesprochen wird. Während die Thematik im Unterricht von einer Lehrperson gemäss ihrer eigenen Aussage recht häufig vorkam, schien die Häufigkeit anhand ihrer Aussagen bei den übrigen Lehrpersonen geringer zu sein.

K3: Rolle der Lehrpersonen

Die Lehrplananalyse hatte gezeigt, dass das Thema «Biodiversität» in den untersuchten kantonalen Rahmenlehrplänen und schuleigenen Fachlehrplänen in den meisten Fällen nicht erwähnt wurde oder die Zielsetzung sehr allgemein formuliert war, so dass die Thematisierung im Unterricht nicht oder nicht direkt darauf zurückgeführt werden kann. An dieser Stelle soll jedoch angemerkt werden, dass die allgemein gehaltene Formulierung der Lehrpläne bewusst erfolgt. Damit soll einerseits erreicht werden, dass die Lehrpläne über mehrere Jahre aktuell bleiben und ihr Inhalt nicht kurze Zeit nach ihrer Publikation wieder veraltet ist (Z2). Andererseits wird Lehrpersonen damit die Freiheit eingeräumt, ein Lerngebiet anhand von ihnen gewählten Methoden, Beispielen und räumlichen Bezügen zu unterrichten (Z2). Dadurch drängte sich jedoch die Frage auf, welche anderen Faktoren für die Einbettung des Themas in den Unterricht relevant sind. Die Interviews hatten gezeigt, dass die Einstellung der Lehrperson zum Thema dabei eine wichtige Rolle spielt.

«Es [die Biodiversität] kommt eigentlich schon viel [bei mir im Unterricht] vor, gerade weil es ein Thema ist, das mich nicht nur interessiert, sondern, das ich auch sehr relevant finde.» (Lehrperson G1, Z. 10-11)

«Biodiversität ist jetzt ein Thema, das mich persönlich schon interessiert, ja.» (Lehrperson Z2, Z. 165-166)

5.2.2 Stellenwert der Biodiversität im zukünftigen Geographieunterricht**K4: Zukünftige Unterrichtsform**

Auf den Stellenwert der biologischen Vielfalt im zukünftigen Geographieunterricht angesprochen, schätzten die Lehrpersonen die Entwicklung der Relevanz unterschiedlich ein. Während eine Lehrperson glaubte, dass der Stellenwert im Geographieunterricht aufgrund der Aktualität des Themas eher zunehmen wird, waren andere Lehrpersonen anderer Meinung und glaubten, dass dies nicht der Fall sein wird. Der Grund für diese Annahmen war, dass der Lehrplan des Schulfachs Geographie bereits heute sehr umfangreich sei und eine sehr grosse Bandbreite von Themen abdecke, so dass die Befürchtung war, dass andere Themen bzw. Grundlagen zu kurz kämen. Bei diesen Aussagen muss allerdings beachtet werden, dass sich diese auf die Gestaltung der Lehrpläne bezogen und nicht auf die Einbettung im Unterricht selbst. Wie die Lehrplananalyse gezeigt hatte, kann vom Inhalt eines Lehrplans nicht auf konkrete Unterrichtsinhalte geschlossen werden.

«Ich glaube das [die Relevanz im Geographieunterricht] wird, also hoffentlich, auch mindestens so bleiben, wenn nicht sogar zunehmen.» (Lehrperson G1., Z. 37)

«Im Lehrplan wird es vermutlich keine grössere Stellung einnehmen (...). Weil es [Geographie] sonst schon so ein breites Fach ist und (...) also die Aktualität des Themas nimmt schon auch zu, aber ich finde es noch speziell jetzt im Geographieunterricht, ich erkläre noch die fünf Klimatelemente und was der Taupunkt ist, und das hat man vermutlich schon von 100 Jahren erklärt. Und dann denke ich auch, ja es gibt so viele aktuelle Themen, aber irgendwo muss ich dann auch sagen, ich

möchte eigentlich auch, dass meine Schüler wissen, was ein Taupunkt ist (...) Es ist noch schwierig.» (Lehrperson G2, Z. 130-135)

Die Aussage, dass die Lehrpläne bereits sehr umfangreich seien und die im Unterricht zur Verfügung stehende Zeit für die einzelnen Themen sehr knapp, trat auch in einem Interview mit einer anderen Lehrperson auf. Diese hielt daher eine Thematisierung nicht im Grundlagenfach, sondern im Ergänzungsfach für möglich, wo inhaltlich mehr Freiheiten bestehen.

«Wo ich auch noch einen Anknüpfungspunkt sehen würde, wäre im Ergänzungsfach. Dort schauen wir ganz viele unterschiedliche Themen an. Alles, wo man im Standardunterricht nicht so dazu kommt.» (Lehrperson Z2, Z. 109-110)

In Bezug auf die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit erwähnten die befragten Lehrpersonen der Mittelschulen im Kanton Zürich zudem das Projekt «Gymnasium 2022», dessen Umsetzung in den nächsten zwei Jahren bevorsteht und das ebenfalls einen Einfluss auf den Stellenwert der Biodiversität haben wird. Im Rahmen des Projekts soll in den Zürcher Gymnasien auf der Sekundarstufe II neben weiteren Änderungen das Fach Informatik eingeführt werden, wodurch Stunden anderer Fächer gestrichen werden müssen. Trifft dies die Geographie, ist die Integration der Biodiversität in den Geographieunterricht gemäss den Lehrpersonen ungewiss bzw. unwahrscheinlich.

«Wenn sie uns nun Stunden kürzen im Rahmen der Einführung der Informatik, dann [sehe ich] null Chancen. Dann haben wir unsere Kernkompetenzen, auf welche wir uns konzentrieren müssen. Weil ich halt auch finde (...) wir sind mit unseren zwei Lektionen pro Woche schon sehr stark eingeschränkt. Es gibt Leute, die sagen, ich lasse dafür die ganze Vulkanologie weg, die ganze Plattentektonik, und dann mache ich nur das [Thema Biodiversität], aber irgendwo muss halt etwas gestrichen werden.» (Lehrperson Z1, Z. 36-39)

«Es ist jetzt ja geplant im Kanton Zürich, dass es eine Reform gibt vom Gymnasium in der Studententafel. Das heisst, es ist auch nicht klar, wie viel dann die Geographie wirklich noch unterrichten darf (Lehrperson Z2, Z. 119-121)

Trotz der teilweise angesprochenen praktischen Schwierigkeiten (Zeitknappheit, grosse Breite des Fachs), konnten es sich die Lehrpersonen vorstellen, dass das Thema in irgendeiner Form auch in Zukunft eine Rolle im Geographieunterricht spielen wird. Mit der Einbettung im Ergänzungsfach wurde bereits eine mögliche Form erwähnt, zwei Lehrpersonen hielten auch die Einbettung des Themas im Grundlagenfach für denkbar. Dabei wurden unterschiedliche Arten der Einbettung vorgeschlagen: Eine vollwertige Integrierung als eigenes Thema oder aber die Thematisierung im Zusammenhang mit verschiedenen Lerngebieten, also die Beibehaltung der jetzigen Form. Zwei Lehrpersonen erachteten die letztere Form insofern als vorteilhaft, als, dass einerseits die Vielfältigkeit des Themas besser betont werden könne, andererseits könne es so besser mit vorhandenem Wissen verknüpft werden.

«Eigentlich ein Thema, das man auch vollwertig einfach im Standardgeographie-Unterricht so unterrichten könnte, mit der Einheit, diesen beiden Lektionen. Das würde sich eigentlich eignen, wir haben das nirgends so drin. Man müsste allerdings, das ist immer das Problem in der Praxis dann, Rücksprache mit der Biolehrperson machen. (Lehrperson Z2, Z. 16-19)

«Ich glaube, dass das Thema Biodiversität als einzelnes Unterrichtsthema steht, ist so das eine, aber ich glaube, ganz viel passiert auch unbewusst. In gewissen Themen kommt es rein oder streift man es so ein bisschen. Das ist vielleicht auch besser, wenn die Schüler von einem anderen Thema dazukommen, dann ist es gerade schon einmal verknüpft mit etwas, wozu sie einen Bezug haben.» (Lehrperson Z2, Z. 102 – 106)

«Ich finde es ist ein sehr gut einfügbares Thema und wichtig, dass man es vielseitig einbringt und eben nicht nur wenn du sagst, es geht um Landschaftsschutz oder Artenschutz. (...) Ich glaube, jeder nimmt es auch von einer anderen Seite auf. (Lehrperson G2, Z. 107-111)

K5: Fächerübergreifender Unterricht

Neben der Einbettung in den Geographieunterricht sprachen viele der Lehrpersonen auch über die Möglichkeit, das Thema fächerübergreifend in einer Spezialwoche zu behandeln.

«Aber, was ich mir noch vorstellen könnte, dass es vielleicht so in einer Themenwoche, [...] dass es so vielleicht in Schulen eher aufgenommen wird, dann könnten der Biologe und der Geograph auch zusammenarbeiten, das könnte ich mir sehr gut vorstellen, ja.» (Lehrperson G2, Z. 140-144)

«Also bei uns ist zum Beispiel auch wichtig, so (...) fächerübergreifende Themen zu finden, und dort ist die Biodiversität eines, das sich total anbietet im Sinne von rein didaktisch, methodisch (...) das umzusetzen, aber ganz klar auch einfach von der Wichtigkeit vom Thema selber. (Lehrperson G1, Z. 41-44)

«Es wäre eher ein interdisziplinäres Thema, denke ich, mit der Bio zusammen. [es wäre] spannend in einer Projektwoche mal mit der Bio zusammen das anzuschauen.» (Lehrperson Z1, Z. 40 – 41)

K6: Rolle der Lehrpersonen

Bei der Gestaltung der Lehrpläne war auch die zuvor angesprochene Rolle der Lehrpersonen relevant. Lehrpläne werden meist von Lehrpersonen gestaltet, d.h. es liegt in ihrem Ermessen, ob und in welchem Masse die Biodiversität in diese integriert wird.

«Jede Schule beschliesst für sich, was man reinnimmt und was nicht. Dort wäre auch eine Gelegenheit, um neue Sachen offiziell reinzunehmen.» (Lehrperson Z2, Z. 124-125)

«Den Lehrplan machen ja dann die einzelnen Lehrer zusammen und die richten das auf ihre Interessen aus, habe ich das Gefühl. Und wenn sie es reinnehmen, heisst das schon, dass das Grundinteresse da ist und wenn sie es nicht reinnehmen, dann ist einfach keine Affinität dazu da.» (Lehrperson Z1, Z. 74-76)

5.3 Unterrichtseinheit

In diesem Kapitel werden die Resultate der Auswertung der Unterrichtseinheit beschrieben. Im Kapitel 5.3.1. werden dabei die unter 4.3.2 aufgestellten Hypothesen UE 1 bis UE 6 überprüft, im Kapitel 5.3.2. die Ergebnisse der schriftlichen Lernkontrolle dargelegt und im Kapitel 4.3.3. die wichtigsten Erkenntnisse jeder Klassenstufe erläutert. Aussagen der Auswertung im Plenum (Kapitel 4.3.2.3), die positive und negative Punkte beinhalten, sowie Aspekte, die den Schüler*innen gefehlt haben, werden im Kapitel 5.3.1. unter den jeweiligen Hypothesen angefügt.

5.3.1 Auswertung der Hypothesen

Hypothese UE 1: Der Beitrag des Online-Spiels zum Lernfortschritt wird als am höchsten beurteilt.

Die Hypothese UE 1 konnte nicht bestätigt werden. Das Gegenteil der Annahme war der Fall. Der Median der Bewertung des Online-Spiels war signifikant geringer als die Mediane der übrigen Medien (Abb. 16, Wilcoxon-Rangsummen-Test, $p_{\text{Graphiken}}=0.000$, $p_{\text{Texte}}= 0.000$, $p_{\text{Karten}}= 0.000$). Zwischen den Klassenstufen gab es Unterschiede wie der Beitrag der Medien zum Lernfortschritt eingeschätzt wurde. Den Beitrag der Texte bewerteten die Klassen der Klassenstufe 4 als niedriger als die Klassenstufe 2 und 3 (Wilcoxon Rangsummen-Test, $p_{2.\text{Klasse}}= 0.002$, $p_{3.\text{Klasse}}= 0.03$). Keine Unterschiede im Median konnte für das Online-Spiel, die Karten und die Graphiken festgestellt werden (Kruskall-Wallis-Test, $p= 0.565$).

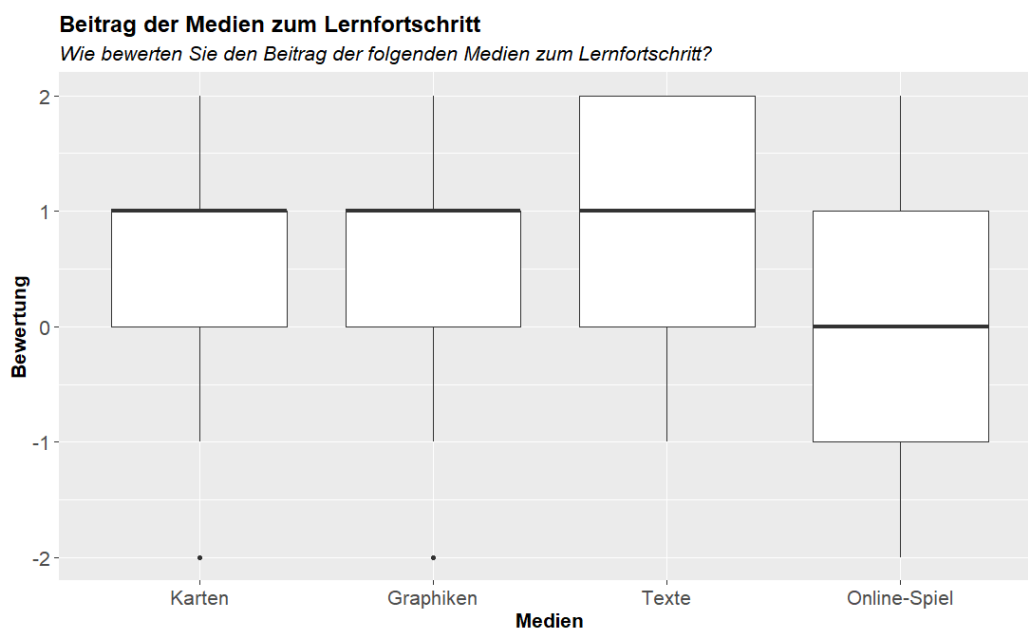


Abbildung 16: Beitrag der Medien zum Lernfortschritt

Im Allgemeinen nahmen die Schüler*innen in den Lektionen eine grosse Medienvielfalt wahr, welche sie positiv bewerteten (neben den oben genannten Medien wurde auch ein kurzer Filmausschnitt gezeigt). Zudem wurde in der 4. Klassenstufe die eigene Recherche mit Laptops zur Trinkwasserinitiative positiv aufgefasst. Während der Einsatz des Spiels von den meisten Schüler*innen gefiel, äusserten sich auch einige Jugendliche kritisch. Zum einen wurde einigen Schüler*innen der Zweck des Spiels nicht ganz klar, zum anderen hatten einige Klassen mit technischen Schwierigkeiten aufgrund einer langsamen Internetverbindung zu kämpfen, welche sich negativ auf das Erlebnis auswirkte.

Hypothese UE 2: Der Lernfortschritt fällt in höheren Klassenstufen geringer aus als in tieferen Klassenstufen.

Die Hypothese UE 2 konnte teilweise bestätigt werden. Es gab einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten der Klassenstufen (Abb. 17, Kruskal-Wallis-Test, $p=0.009$), der Zusammenhang zwischen Lernfortschritt und Klassenstufe war jedoch nicht linear. Der Mittelwert wird hier erwähnt, da es sich beim Kruskal-Wallis-Test um einen statistischen Test handelt, der Mittelwerte vergleicht. In Abbildung 17 (und zuvor Abbildung 16) sind hingegen mit der breiten, horizontalen Linie die Mediane markiert. Während die Mediane der Klassenstufen 2 und 4 bei 0 lagen, betrug er für die Klassenstufen 3 1, was insofern überraschend war, als dass die Unterrichtseinheit der Klassenstufe 3 am wenigsten auf die Vorkenntnisse der Schüler*innen angepasst worden war.

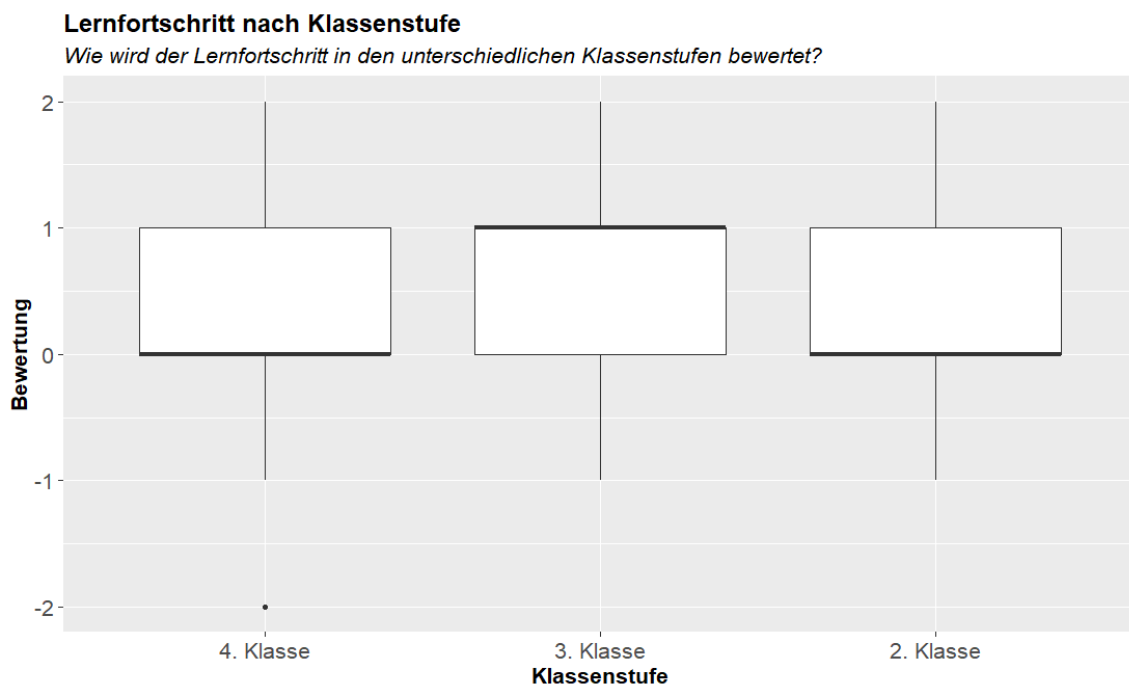


Abbildung 17: Lernfortschritt nach Klassenstufe

Der geringere Lernfortschritt der Maturand*innen war angesichts des bereits vorhandenen Vorwissens wenig überraschend, da Schüler*innen sämtlicher 4. Klassen angegeben hatten, einige Aspekte der Biodiversität bereits im Biologieunterricht behandelt zu haben. Da die Interviews der Lehrpersonen ergeben hatten, dass das Thema «Biodiversität» bei ihnen im Unterricht eine unterschiedlich grosse Rolle spielt, wurde auch untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Lehrperson und dem Lernfortschritt der jeweiligen Klassen bestand, was jedoch nicht der Fall war (Kruskal-Wallis-Test, $p=0.074$).

Hypothese UE 3: Das Interesse konnte durch die Unterrichtseinheit gesteigert werden.

Die Hypothese UE 3 konnte bestätigt werden. Der Mittelwert der codierten Antworten der Schüler*innen bezüglich des Interesses vor der Unterrichtseinheit lag bei -0.18 und damit leicht im eher geringen Bereich. Das Interesse konnte durch die Unterrichtseinheit in allen Klassenstufen gesteigert werden. Darauf wies ein Wert von 0.38 hin.

Es wurde festgestellt, dass der unterschiedliche Stellenwert der Biodiversität im Unterricht der Lehrpersonen nicht nur für den Lernfortschritt eine Rolle spielte, sondern auch für die Untersuchung des Interesses vor der Unterrichtseinheit. Die Analyse ergab einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem angegebenen Interesse und der Lehrperson (Abb. 18, Kruskal-Wallis-Test, $p=0.013$). Nach der Unterrichtseinheit war die statistische Differenz des Interesses zwischen den Lehrpersonen aufgehoben (Abb. 19, Kruskal-Wallis-Test, $p=0.443$).

Besonders geschätzt wurden die Aktualität des Themas, den Bezug des Themas zu ihnen und die. Viele Schüler*innen meldeten ausserdem zurück, dass sie bereits das Thema an sich spannend fänden.

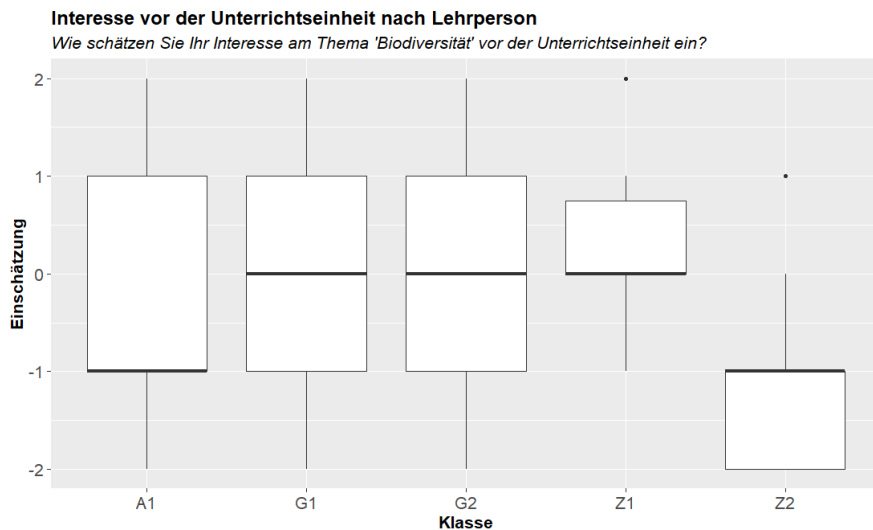


Abbildung 19: Interesse vor der Unterrichtseinheit nach Lehrperson

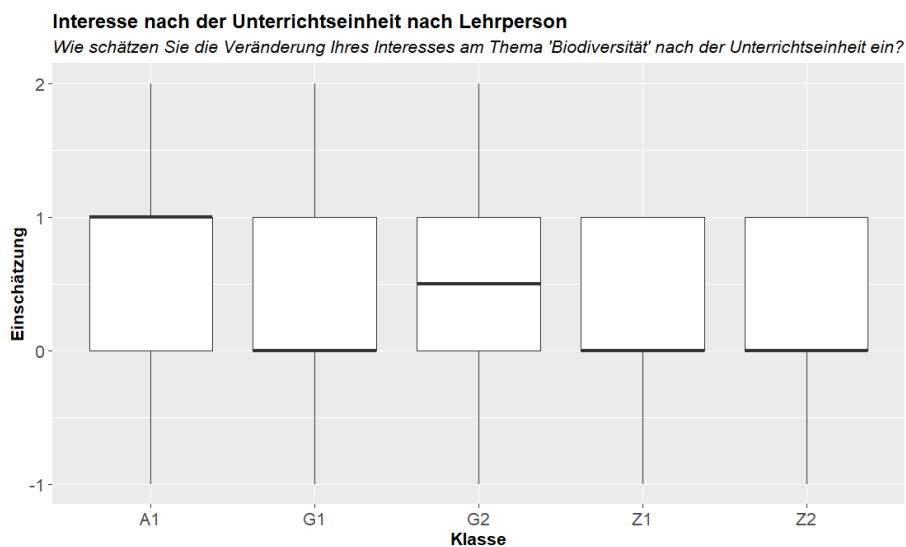


Abbildung 18: Interesse nach der Unterrichtseinheit nach Lehrperson

Hypothese UE 4: Das Verhältnis von Theorie und Praxis wird insgesamt als ausgewogen beurteilt.

Die Hypothese UE 4 konnte bestätigt werden. Bei der Gestaltung der Unterrichtseinheit war darauf geachtet worden, die Vermittlung theoretischer Grundlagen möglichst kurz zu halten und den Schüler*innen stattdessen Zeit zu geben, sich die Inhalte mittels praktischer Aufgaben selbst zu erarbeiten. Der Mittelwert der Antworten der Schüler*innen lag bei 0; das Verhältnis wurde als ausgewogen empfunden. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Klassenstufen festgestellt werden. (Abb. 20, Kruskal-Wallis-Test, $p = 0.416$).

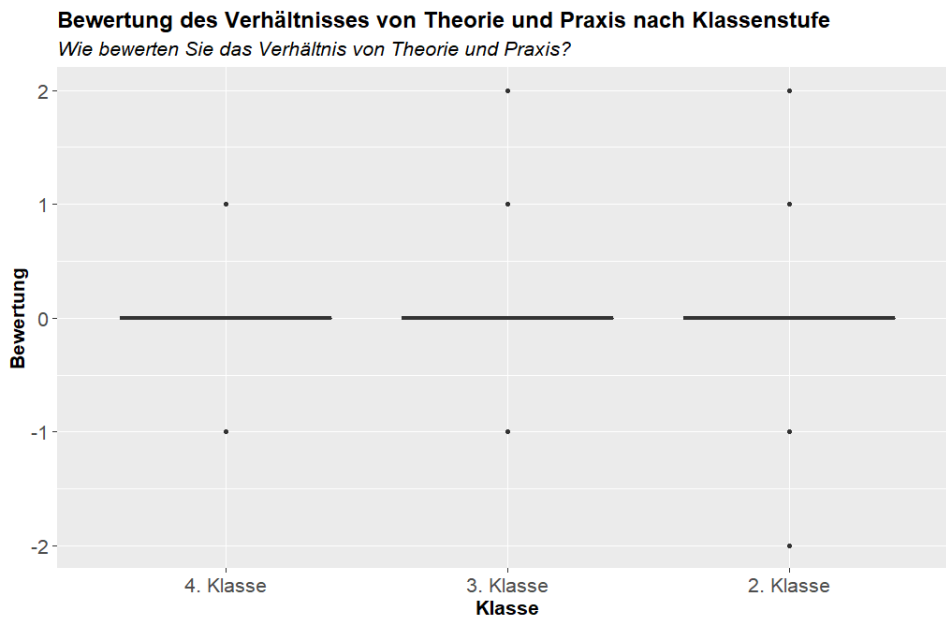


Abbildung 20: Verhältnis von Theorie und Praxis nach Klassenstufe

Die statistische Ausgewogenheit zeigte sich auch bei den schriftlichen Kommentaren. Die Abwechslung zwischen Theorie und Praxis wurde überwiegend positiv bewertet, wobei vereinzelt von Jugendlichen der zweiten und vierten Klassenstufe angemerkt wurde, dass ihnen theoretische Grundlagen gefehlt hätten. Viele Schüler*innen hätten sich noch mehr konkrete Beispiele mit Zahlen und Fakten gewünscht. Einen Grossteil der 90 Minuten Lektionszeit konnten die Schüler*innen selbstständig Aufgaben in Partnerarbeit lösen, was von diesen geschätzt wurde, wobei diese Zeit gemäss einigen Schüler*innen auch noch länger hätte sein dürfen. Insbesondere eine Gruppenarbeit oder die ausführlichere Diskussion der Trinkwasserinitiative war gewünscht worden.

Hypothese UE 5: Der Schwierigkeitsgrad wird in der dritten Klassenstufe am ehesten als zu einfach beurteilt.

Die Hypothese UE 5 konnte nicht bestätigt werden. Der Mittelwert für den Schwierigkeitsgrad betrug -0.36; dieser wurde damit insgesamt eher als zu einfach beurteilt. Es gab signifikante Unterschiede in der Beurteilung des Schwierigkeitsgrades in den verschiedenen Klassenstufen (Abb. 21, Kruskal-Wallis-Test, $p = 0.007$).

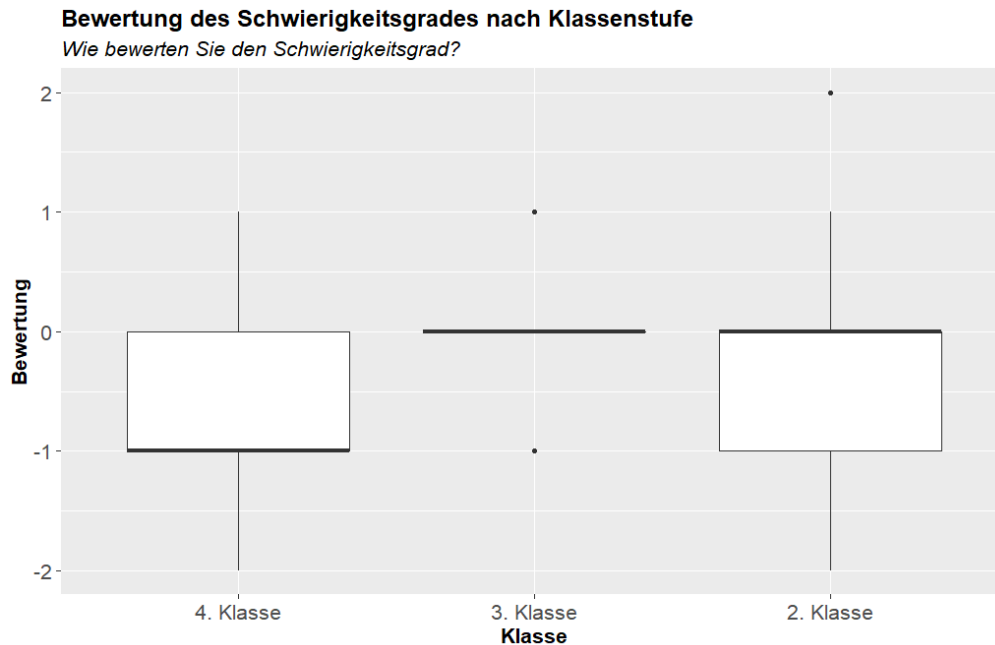


Abbildung 21: Schwierigkeitsgrad nach Klassenstufe

Während der Lektionen war insbesondere in den oberen Klassen (4. Klassenstufe) der Eindruck entstanden, dass schon viel Vorwissen vorhanden war, weshalb bezüglich der entsprechenden Frage im Auswertungsfragebogen erwartet worden war, dass die Unterrichtseinheit eher als zu einfach bewertet wird. Diese Annahme wurde auch durch ergänzende schriftliche Kommentare gestützt. Einige Schüler*innen hatten angegeben, dass sie die Lektionen als etwas zu einfach empfunden haben. Gleichzeitig gab es aus zweiten Klassen vereinzelt Voten, die die Fragen und Aufgaben als etwas kompliziert empfanden.

Hypothese UE 6: Die persönliche Betroffenheit von der Abnahme der Artenvielfalt in der Zukunft ist gestiegen.

Vor der Unterrichtseinheit lag die persönliche Betroffenheit von der Abnahme der Artenvielfalt in der Zukunft mit einem Mittelwert von 1.4 im eher hohen bis hohen Bereich. Nach der Unterrichtseinheit war sie auf den Wert 0.9 gesunken und wurde somit mit eher hoch beurteilt. Diese Abnahme der Betroffenheit war überraschend, da ein statistischer Zusammenhang zum Interesse vor der Lektion gefunden wurde (Rangkorrelation nach Spearman, $p = 0.044$) und dieses im Vergleich zu vor der Lektionen zugenommen hatte.

5.3.2 Schriftliche Lernkontrolle

Das Ziel der schriftlichen Lernkontrolle im Rahmen der Auswertung war es, festzustellen, ob und inwiefern die Schüler*innen die unter 4.3.1. beschriebenen Lernziele der Unterrichtseinheit erreicht haben. Daraus sollte abgeleitet werden, inwiefern die Unterrichtseinheit einen Beitrag zur Biodiversitätsförderung leisten kann.

Von den drei (Teil-) Aufgaben wurden relativ betrachtet im Schnitt am meisten Punkte in der Aufgabe 2a (88.0% bzw. 79.5% der maximal möglichen Punkte) erreicht, am zweitmeisten in der Aufgabe 1 (80.3% bzw. 71.0%) und am wenigsten in der Aufgabe 2b (69.0% bzw. 63.3%). Der tiefe Wert der Aufgabe 2b (Schwierigkeiten der ökologischen Vernetzung) lässt sich damit erklären, dass die ökologische Vernetzung zum einen ein Thema war, mit welchem die Schüler*innen im Vergleich zu den in der Aufgabe 1 thematisierten Ursachen der Biodiversitätsabnahme weniger vertraut waren und weniger Kenntnisse vorhanden waren, an welche angeknüpft werden konnte. Natürlich spielen viele weitere Faktoren wie der Zeitpunkt (verstrichene Zeit nach den Lektionen), wann die Prüfung geschrieben worden war, eine Rolle.

Was ebenfalls auffiel, war, dass die unterschiedlichen Aufgaben zwischen den Klassen nicht immer gleich gut gelöst wurden. So erreichte beispielsweise die Klasse A1.2 mit durchschnittlich 3.28 Punkten in der Aufgabe 1 den höchsten Wert, in der Aufgabe 2a jedoch mit 1.78 einen der tieferen Werte.

Bei der Aufgabe 1 fiel auf, dass in der Kategorie B die Spannweite der durchschnittlichen Punktzahlen mit 2.1 in der Klasse G1.2 und 3.28 in der Klasse A1.2 sehr gross war, bzw. dass der tiefe Wert der Klasse G1.2 ein Ausreisser gegenüber den anderen Punktzahlen darstellte. Dies liegt möglicherweise daran, dass die Klasse mit 12 Schüler*innen eine sehr kleine Klasse war und somit eine geringe Punktzahl eines einzelnen Schülers oder einer einzelnen Schülerin stärker ins Gewicht fiel als in einer grösseren Klasse. Ansonsten waren die erreichten Punktzahlen sehr gleichmässig verteilt.

Tabelle 11: Notendurchschnitte nach Klassen

Oberkategorie	Klassen	Aufgabe 1 Durchschnitt der erreichten Punkte (von max. 4 Punkten)	Aufgabe 2a Durchschnitt der erreichten Punkte (von max. 2 Punkten)	Aufgabe 2b Durchschnitt der erreichten Punkte (von max. 3 Punkten)	Alle Aufgaben Durchschnitt der erreichten Punkte (von max. 9 Punkten)	Notendurchschnitt nach Klasse	Notendurchschnitt nach Kategorie
A	Z1 (Klassenstufe 4)	3.25	1.63	1.78	6.67	4.7	4.9
	G2.1 (Klassenstufe 4)	3.21	1.82	2.18	7.21	5.0	
	G2.2 (Klassenstufe 4)	2.90	1.83	2.25	7.00	4.9	
	Total	3.12 (80.3%)	1.76 (88.0%)	2.07 (69.0%)	6.96 (77.3%)		
B	A1.1 (Klassenstufe 2)	2.88	1.51	1.63	6.03	4.3	4.5
	A1.2 (Klassenstufe 3)	3.28	1.44	1.78	6.50	4.6	
	Z2 (Klassenstufe 2)	3.05	1.73	2.10	6.87	4.8	
	G1.1 (Klassenstufe 3)	2.89	1.56	2.10	6.56	4.6	
	G1.2 (Klassenstufe 4)	2.10	1.71	1.92	5.73	4.2	
	Total	2.84 (71.0%)	1.59 (79.5%)	1.90 (63.3%)	6.33 (70.3%)		

5.3.3 Wichtigste Erkenntnis

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Lektionen, die die Schüler*innen genannt haben, sind im Folgenden als Wörterwolken nach Klassenstufe (Abb. 22 – Abb. 24) dargestellt. Ähnliche Begriffe wurden dabei zu Schlüsselbegriffen zusammengefasst, wobei die vier verschiedenen Farbtöne die Häufigkeit, mit welcher die entsprechenden Begriffe genannt wurden, verdeutlichen. In die Darstellungen wurden sämtliche Begriffe einbezogen, die mindestens zwei Mal genannt wurden, die genaue Anzahl der jeweiligen Nennungen ist im Anhang J aufgelistet.

Es konnte festgestellt werden, dass die Erkenntnisse im Allgemeinen sehr ähnlich sind und lediglich teilweise die Häufigkeiten, mit welcher die Begriffe genannt wurden, variieren. Beispielsweise sind Erkenntnisse, die der Relevanz hoher Biodiversität zugeordnet werden können, in der Klassenstufe 2, nach dem Bezug der Biodiversität zum Mensch mitunter am

zweithäufigsten genannt worden, in der Klassenstufe 3 am häufigsten und in der Klassenstufe 4 am dritthäufigsten. Zudem standen die meisten Erkenntnisse im Zusammenhang mit der ersten Lektion und dem Zustand der Biodiversität. Der Schutz der Biodiversität, Notwendigkeit von Schutzmassnahmen, Kauf von Bioprodukten und die Vernetzung von Lebensräumen (Bedeutung von Grünbrücken) spielten eine geringere Rolle.

Ebenfalls ins Auge stach, die hohe Präsenz von Erkenntnissen, dass die Biodiversität einen bedeutenden Bezug zum Mensch hat. Im Schlüsselbegriff «Bezug zum Mensch» sind zum einen, wenn nicht explizit als Bedrohung genannt, Erkenntnisse enthalten, die den Mensch als Hauptverursacher für die Abnahme der Biodiversität identifizieren, zum anderen Erkenntnisse, dass der Mensch stark von der Abnahme der Biodiversität betroffen sein wird. Dieser Bezug zum Mensch wird auch durch die Nennungen der im Unterricht behandelten Ursachen für die Biodiversitätsabnahme (Landwirtschaft, Trinkwasserinitiative, Lichtverschmutzung und Verstädterung) hergestellt. Auffallend ist zudem, dass die Bedeutung des Begriffs Biodiversität in den Klassenstufen 2 und 3 noch als wichtigste Erkenntnis genannt wurde, in der Klassenstufe 4 hingegen nicht mehr.

Besonders hervorzuheben sind ausserdem zwei Schlüsselbegriffe aus der Klassenstufe 4, die die thematische und fachliche Diversität betonen; dass die Biodiversität ein sehr vielfältiges Thema sei und auch ein Zusammenhang zur Geographie bestünde.



Abbildung 22: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 2



Abbildung 23: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 3



Abbildung 24: Wörterwolke der wichtigsten Erkenntnisse der Klassenstufe 4

6 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der schriftlichen Befragung, der qualitativen Interviews und der Schülersauswertung diskutiert und mit dem Stand der Forschung und der Lehrplananalyse aus den Kapiteln 2 und 3 sowie den Forschungsfragen in Verbindung gebracht. Dabei sollen die drei Unterfragen als Gliederung des Kapitels dienen. Im ersten Teil geht es um den Stellenwert der Biodiversität in der geographiedidaktischen Literatur und in den Lehrplänen und die Frage, inwiefern damit eine Biodiversitätsförderung bei Jugendlichen erreicht werden kann. Im zweiten Teil wird die Wahrnehmung und das Vorwissen der Jugendlichen zum Thema «Biodiversität» betrachtet und mit der bestehenden Literatur verglichen. Im dritten Teil schliesslich wird die Auswertung der Unterrichtseinheit betrachtet und mit den Einschätzungen der Lehrpersonen und der bestehenden Literatur verglichen, um abschätzen zu können wie eine Unterrichtseinheit im Geographieunterricht zum Thema «Biodiversität» aussehen könnte und welches dabei mögliche Herausforderungen sein könnten.

6.1 Gegenwärtige Vermittlung der Biodiversität in Mittelschulen auf der Sekundarstufe II

In Kapitel 6.1 wird die Forschungsfrage 1 «*Wie wird die Biodiversität gegenwärtig an Mittelschulen auf der Sekundarstufe II vermittelt?*» beantwortet.

In der Untersuchung von 7 kantonalen und 16 schulinternen Fachlehrplänen von Deutschschweizer Mittelschulen konnte festgestellt werden, dass der Begriff «Biodiversität» oder Teilaspekte davon (genetische Vielfalt, Artenvielfalt oder Vielfalt der Lebensräume) in 11 Lehrplänen der Biologie und 4 Lehrplänen der Geographie integriert sind, also rund einem Drittel der insgesamt 46 untersuchten Lehrpläne (23 in der Biologie und 23 in der Geographie). Teilweise ist die biologische Vielfalt als eigenes Lerngebiet erhalten, teilweise ist der Begriff als zu erläuternder Fachbegriff aufgelistet. In 5 Lehrplänen (3 der Geographie und 2 der Biologie) wird das Thema im Zusammenhang mit der Abnahme der Biodiversität durch menschliche Aktivitäten erläutert, in den übrigen 8 steht die ökologische Bedeutung eines vielfältigen Ökosystems im Zentrum. Absolut gesehen spielt die Biodiversität somit in den kantonalen Rahmenlehrplänen und den schuleigenen Fachlehrplänen eher eine geringe Rolle. Bedenkt man jedoch, dass im Jahr 2012 der Begriff «Biodiversität» und die damit zusammenhängende umfassende Thematik noch nicht Bestandteil der Schweizer Lehrpläne gewesen war, stellt die Präsenz in 15 Lehrplänen eine deutliche Steigerung dar. Zudem muss beachtet werden, dass die Formulierung der Lerninhalte und -methoden, insbesondere in kantonalen Rahmenlehrplänen, oftmals bewusst erfolgt, um einerseits die Aktualität der Lehrpläne über mehrere Jahre beizubehalten und andererseits Lehrpersonen eine gewisse Freiheit einzuräumen, ein Lerngebiet anhand von ihnen gewählten Methoden, Beispielen und räumlichen Bezügen zu unterrichten.

Aus diesem Grund ist es auch wenig überraschend, dass die Interviews mit den Lehrpersonen ein etwas anderes Bild zum Stellenwert der Biodiversität im Geographieunterricht vermitteln. In diesen wurde deutlich, dass der Begriff im Unterricht durchaus gefallen ist und die Thematik teilweise sogar relativ häufig im Unterricht im Zusammenhang mit verschiedensten Unterrichtsthemen vorkommt. Diese Themen können überwiegend den in Kapitel 2.2 beschriebenen Ursachen für die Biodiversitätsabnahme zugeordnet werden: dem Klimawandel und dem Landschaftswandel (Siedlungsentwicklung, Monokulturen). Mit dieser Einbettung werden die in der Internationalen Charta für die Geographische Erziehung und in den Bildungsstandards gesetzten Ziele für die Einbettung der Biodiversität in den Geographieunterricht erreicht, die

mit den Themen «Abnahme der Tier- und Pflanzenvielfalt» (IGU 1992: 8.4) und «Biotopvernetzung» (DGfG 2014: 15) biodiversitätsbezogene Themen im Geographieunterricht vorsehen. da es als Brückenfach zwischen den Naturwissenschaften und Sozialwissenschaften besonderes fachliches Potenzial bietet für Phänomene mit Wechselwirkungen zwischen naturgeographischen Gegebenheiten und menschlichen Aktivitäten (IGU 1992: 8.5) – z.B. die Abnahme der Biodiversität.

Es kann also gesagt werden, dass die Biodiversität gemäss Lehrplänen im Unterricht gegenwärtig in Mittelschulen auf der Sekundarstufe II eine eher untergeordnete Rolle spielt. Durch eine genauere Untersuchung mittels Interviews wird aber deutlich, dass die Realität nicht diesem ersten Eindruck entspricht. In jedem Fall kann gesagt werden, dass die Integration des Themas Biodiversität in den Geographieunterricht per se und deren Ausmass in erster Linie von der Einstellung der Lehrpersonen zum Thema abhängen, denn zum einen werden die Lehrpläne selbst von Lehrpersonen (schulintern, kantonal und eidgenössisch) gestaltet, zum anderen wird den Lehrpersonen durch die oftmals allgemeine Formulierung der Lehrpläne die Freiheit gelassen, ob und wie die Biodiversität im Unterricht behandelt wird.

6.2 Wahrnehmung der Biodiversität

In Kapitel 6.2 wird die Forschungsfrage 2 «Wie nehmen Mittelschüler*innen die Biodiversität wahr?» anhand der in Kapitel 4.1.4. aufgestellten Hypothesen FB 1 bis FB 8 beantwortet.

6.2.1 Definition des Begriffs und Herkunft des Wissens

In Bezug auf die Definition des Begriffs Biodiversität und die Herkunft des Wissens der Schüler*innen waren die folgenden drei Hypothesen aufgestellt worden:

- Hypothese FB 1: Die Mehrheit der Schüler*innen hat den Begriff «Biodiversität» schon einmal gehört oder gelesen.
- Hypothese FB 2: Die Mehrheit der Schüler*innen kennt den Begriff «Biodiversität» aus den Medien und nicht aus dem Schulunterricht.
- Hypothese FB 3: Die Mehrheit der befragten Schüler*innen setzt den Begriff «Biodiversität» mit der Artenvielfalt gleich. Die Konzepte der genetischen Vielfalt und Ökosystemvielfalt sind eher unbekannt.

Während die Hypothesen 1 und 3 bestätigt werden konnten, konnte die Hypothese 2 widerlegt werden. Die Umfrage hat gezeigt, dass der Begriff «Biodiversität» heute deutlich bekannter ist als noch vor 12 Jahren (87% haben den Begriff schon einmal gehört oder gelesen). Welche Gründe für den gesteigerten Bekanntheitsgrad verantwortlich sind, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Möglicherweise leisten die Medien einen wichtigen Beitrag, die Schule spielt auf jeden Fall ebenfalls eine Rolle. Während heute 62% der Jugendlichen die Schule als Sensibilisierungsort angegeben haben, waren es 2008 lediglich 15%. Die Wichtigkeit der Schule in der Biodiversitätsbildung wird auch in der Literatur betont. Bereits 1992 wurde an der *United Nations Conference on Environment and Development* festgehalten, dass Bildung entscheidend ist für die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung und die Verbesserung der Fähigkeit der Menschen, Umwelt- und Entwicklungsfragen anzugehen (UN 1992: 36.3). Sowohl die formale als auch die nicht formale Bildung seien unerlässlich, um die Einstellung der Menschen zu ändern, damit sie in der Lage sind, ihre Anliegen im Bereich der nachhaltigen Entwicklung zu beurteilen und zu behandeln (UN 1992: 36.3). Sie ist auch entscheidend für das Erreichen eines ökologischen und ethischen Bewusstseins, von Werten und Einstellungen, Fähigkeiten und Verhaltensweisen, die mit nachhaltiger Entwicklung vereinbar sind (UN 1992: 36.3).

Die Jugendlichen setzen «Biodiversität» nach wie vor meist mit der Artenvielfalt gleich, die anderen beiden Ebenen der Biodiversität spielen eine untergeordnete Rolle. Dieses Ergebnis kann damit erklärt werden, dass diese beiden Begriffe oft in Medien synonym verwendet werden (Rod 2011: 115) oder der Begriff im Zusammenhang mit der Entstehung der Artenvielfalt im evolutionären Sinn im Biologieunterricht gebraucht wird.

6.2.2 Einschätzung des Zustandes der Artenvielfalt in der Schweiz

In Bezug auf die Einschätzung des Zustandes der Artenvielfalt in der Schweiz waren die folgenden Hypothesen aufgestellt worden:

- Hypothese FB 4: Die Schüler*innen schätzen die Pflanzenvielfalt auf einer bestimmten Fläche höher ein als sie tatsächlich ist.
- Hypothese FB 5: Die Schüler*innen identifizieren den menschlichen Einfluss als Faktor für die Abnahme der Biodiversität.

Die Pflanzenvielfalt war in allen Lebensräumen überschätzt worden – ein Ergebnis, das auch in anderen Studien der Fall war und insofern problematisch ist, als dass eine zu optimistische Einschätzung der Artenvielfalt die Beurteilung der Tragweite des Rückgangs der biologischen Vielfalt erschwert (Lindemann-Matthies und Bose 2008: 737). Besonders hoch fiel die Überschätzung im Fichtenwald aus – ebenfalls ein Ergebnis, das sich mit vergangenen Untersuchungen deckt und in der Literatur damit erklärt wird, dass oftmals globale Phänomene auf lokale Gegebenheiten übertragen werden; hier die Biodiversität von tropischen Regenwäldern auf einheimische Wälder (Myers et al. 2000: 853).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Wahrnehmung der Schüler*innen und der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse sich voneinander unterscheiden. Diese Diskrepanz erklärt Hanski (2005: 390) auf verschiedene Weisen. Zum einen reagieren Ökosysteme mit einer gewissen Verzögerung auf äussere Einflüsse. Auf grossen räumlichen Skalen können diese Verzögerungen dazu führen, dass die Auswirkungen von Umweltveränderungen erst Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte später sichtbar werden (Hanski 2005: 390). Angesichts der Tatsache, dass ein Grossteil der Landschaftsveränderungen für ökologische Verhältnisse erst vor relativ kurzer Zeit aufgetreten ist – in den letzten 50 bis 100 Jahren – stehen uns die möglicherweise weitreichenden Folgen erst noch bevor (Hanski 2005: 390). Es besteht eine erhebliche sogenannte 'extinction debt' («Auslöschungsschuld»), d.h. eine grosse Zahl von Arten kann unter dem gegenwärtigen Zustand ihres Lebensraums nicht mehr überleben; diese Arten hatten aber «noch keine Zeit», um auszusterben (Hanski 2005: 390). Dieser Schwebezustand hält insbesondere für bedrohte Arten überdurchschnittlich lange an. Solche Zeitverzögerungen bei den Reaktionen der Arten auf Lebensraumverlust und Fragmentierung führen dazu, dass Verschlechterungen im Zustand der Ökosysteme nicht (oder nur schlecht) sichtbar sind und wir die gegenwärtige Bedrohung des Artenverlusts unterschätzen (Hanski 2005: 390).

Es gibt noch weitere Gründe, warum der Mensch den Zustand der Biodiversität zu positiv einstuft. Eine wichtige Rolle spielen hierbei die Medien, dank derer wir heutzutage auch einen Einblick in weit entfernte Ökosysteme erhalten. In Bezug auf den Naturschutz kann dies auf der einen Seite ein grosser Vorteil sein, denn gemäss Valenti und Tavana (2005) ist man eher bereit Arten und Lebensräume zu schützen, die man kennt (Valenti und Tavana 2005: 308 nach IUCN 1969). Die Omnipräsenz von spektakulären Naturfilmen und -dokumentationen kann auf der anderen Seite aber auch dazu führen, dass die Wiesen und Wälder vor unserer Haustüre im Vergleich zu den beeindruckenden Landschaften in den Medien unbedeutend und somit

weniger schützenswert erscheinen (Hanski 2005: 391). Zudem steigern die Naturdokumentationen unseren Wunsch, die spektakulären Orte zu sehen, was durch beinahe unbegrenzten Möglichkeiten der Mobilität stark vereinfacht wird. Eine grosse Zahl von Menschen in entwickelten Ländern verfügen jetzt die Mittel, um praktisch überall auf der Erde Ferien zu machen. Von den Umweltauswirkungen des Flugverkehrs abgesehen, entsteht durch die hohe Erreichbarkeit von Nationalparks oder Naturwäldern die Illusion, dass solche Orte sehr zahlreich vorhanden sind, obwohl sie eigentlich die Ausnahme bilden (Hanski 2005: 390-391). Lediglich 20% der eisfreien Erdoberfläche gelten als vom Menschen noch unberührt (Ellis und Ramankutty 2008: 439).

6.2.3 Bedrohungen für die Artenvielfalt

In Bezug auf die Wahrnehmungen der Bedrohungen für die Artenvielfalt war die folgende Hypothese aufgestellt worden:

- Hypothese FB 6: Der Klimawandel wird als grösste Bedrohung wahrgenommen

In der Umfrage waren der Einsatz von Insektiziden und Herbiziden, der Klimawandel und das Überbauen von grünen Wiesen als grösste Bedrohungen für die Biodiversität eingeschätzt worden, wobei möglicherweise ein Zusammenhang mit dem Unterricht hergestellt werden kann – die Siedlungsentwicklung, der Klimawandel und auch die Landwirtschaft wurden von den Lehrpersonen als Themengebiete angegeben, in deren Zusammenhang die Biodiversität thematisiert wurde.

6.2.4 Abnahme der Artenvielfalt als Bedrohung für die Menschen

In Bezug auf die Abnahme der Artenvielfalt als Bedrohung für die Menschen waren die folgenden Hypothesen aufgestellt worden:

- Hypothese FB 7: Der Grossteil der Schüler*innen sieht sich persönlich durch die Abnahme der Artenvielfalt in Zukunft nicht bedroht.
- Hypothese FB 8: Die Schüler*innen sehen die Bedrohung für die Menschheit insgesamt als grösser an als die Bedrohung für sich persönlich.

Die Schüler*innen sehen ihre Abhängigkeit von der Biodiversität in vielfältiger Hinsicht: im Angebot von Nahrungsmitteln, in der Erholungsfunktion der Natur, in der Photosynthese, der Regulation des Klimas, der Prävention vor Naturkatastrophen, aber auch in wirtschaftlichen Faktoren und der Produktion von Rohstoffen, insbesondere auch für die Medizin. Vereinzelt wurden zudem die genetische Vielfalt, Krankheiten, die Funktion der Luftreinigung und die Bodenbildungsfunktion genannt. Es kann also gesagt werden, dass der Bekanntheitsgrad der Biodiversität in den letzten Jahren zwar gestiegen ist und Schüler*innen erkannt haben, dass das Wohlergehen des Menschen in vielen Lebensbereichen von der Biodiversität abhängt – dass die Biodiversität in der Schweiz jedoch in einem besorgniserregenden Zustand ist, wird nach wie vor nicht erkannt.

6.3 Gestaltung einer Unterrichtseinheit

In Kapitel 6.3 wird die Forschungsfrage 3 «*Wie kann eine Unterrichtseinheit gestaltet werden, die Mittelschüler*innen die Bedeutung und das Ausmass der Problematik der Biodiversitätsabnahme vermittelt?*» anhand der in Kapitel 4.3.2 aufgestellten Hypothesen UE 1 bis UE 6 sowie der schriftlichen Lernkontrollen, der Erkenntnissen der Schüler*innen und Aussagen der Lehrpersonen aus den Interviews beantwortet.

Hypothese UE 1: Der Beitrag des Online-Spiels zum Lernfortschritt wird als am höchsten beurteilt

Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Der Median der Bewertung des Online-Spiels war signifikant geringer beurteilt worden als jene Mediane der übrigen Medien, was insofern überraschend war, als dass in einer Studie von Hemmer und Hemmer (2010) die Arbeit mit dem Computer nach Experimenten von Schüler*innen als eine zweitinteressanteste Arbeitsweise bewertet worden war. Für die im Vergleich zu den übrigen Medien negative Beurteilung des Online-Spiels können zum einen die genannten technischen Schwierigkeiten verantwortlich sein, die sich negativ auf die Lernmotivation auswirken, zum anderen ist der Beitrag zum Lernfortschritt aber auch davon abhängig, wie gewohnt die Schüler*innen im Umgang mit dem Computer sind (Reinfried und Haubrich 2018: 273). Zuletzt ist die Rolle der Lehrperson nicht zu unterschätzen, den Zweck des Onlinespiels ausreichend mit den theoretischen Grundlagen bzw. dem Konzept der ökologischen Vernetzung zu verknüpfen.

Hypothese UE 2: Der Lernfortschritt fällt in höheren Klassenstufen geringer aus als in tieferen Klassenstufen

Der Lernfortschritt war im Mittel als unverändert bis eher hoch angegeben worden, wobei dieser in der Klassenstufe 3 höher war als in den Klassenstufen 2 und 4. Der geringere Lernfortschritt der Maturand*innen war angesichts des vorhandenen Vorwissens aus dem Biologieunterricht wenig überraschend. Hingegen war der höhere Lernfortschritt in der Klassenstufe 3 unerwartet. Es gilt allerdings zu bedenken, dass generelle Aussagen zum Lernfortschritt einer Klasse oder Klassenstufe nur bedingt aussagekräftig sind, da das Vorwissen auch innerhalb der Klasse sehr unterschiedlich sein kann und somit auch der individuelle Lernfortschritt unterschiedlich. Diese Aussagen wurde von einer Lehrperson im Interview ebenfalls bestätigt.

In welchen inhaltlichen Bereichen dieser Lernfortschritt stattfand, darüber können die Angaben der wichtigsten Erkenntnisse Aufschluss geben. Es konnte festgestellt werden, dass über alle Klassenstufen Erkenntnisse mit einem Bezug zum Mensch sehr häufig genannt wurden, aber auch die Relevanz hoher Biodiversität gehört zu den wichtigsten Erkenntnissen. Dass der Bezug zum Mensch derart häufig genannt wurde, ist insofern interessant, als dass insbesondere die persönliche Betroffenheit sowie die Betroffenheit der Menschheit insgesamt von der Biodiversitätsabnahme mit 81.9% (Kategorien «sehr stark», «stark» und «eher stark») bzw. 94.7% sehr hoch ausgefallen war. Auch wenn die Angaben aus der Befragung und die wichtigsten Erkenntnisse im ersten Moment widersprüchlich erscheinen, kann dieser Unterschied damit erklärt werden, dass zwar ein allgemeines Wissen über die Beziehung vom Mensch zur Biodiversität vorhanden ist, die genauen Verhältnisse und Dynamiken jedoch nicht bekannt waren und erst durch die Unterrichtseinheit ersichtlich wurden.

Hypothese UE 3: Das Interesse konnte durch die Unterrichtseinheit gesteigert werden.

Die Auswertung der Unterrichtseinheit hat gezeigt, dass das Interesse an der Thematik vorher leicht im negativen Bereich und im Durchschnitt durch den Unterricht gesteigert werden konnte. Insofern hat sich die Annahme bestätigt. In Bezug auf die Literatur kann also angenommen werden, dass vor der Unterrichtseinheit bei einigen Schüler*innen ein personales Interesse bereits vorhanden war, bei der Mehrheit der Schüler*innen jedoch nicht. Um zu überprüfen, inwiefern das hinzugekommene situative Interesse sich in personales Interesse umwandeln wird, kann nur mit einer längerfristigen Untersuchung festgestellt werden.

Hemmer und Hemmer führten nicht nur Untersuchungen zu der Interessantheit von Arbeitsweisen durch (Hemmer und Hemmer 2010), sondern auch zur Interessantheit von Unterrichtsthemen (Hemmer et al. 2015). 2015 befragten die Autor*innen 800 Lernende an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen zu ihren beliebtesten und unbeliebtesten Unterrichtsthemen (Hemmer und Hemmer 2015: 34). Zuoberst auf der Beliebtheitsskala ist das Thema «Naturkatastrophen» zu finden. Das hohe Interesse an Vulkanausbrüchen, Tsunamis und Erdbeben lässt sich durch die hohe Anschaulichkeit, Dynamik und Aktualität von Georisiken begründen (Hemmer und Hemmer 2015: 36). Auf den Plätzen zwei bis vier sind die Themen «Weltraum/Planeten/Sonnensystem», «Entstehung der Erde» und «Entdeckungsreisen» zu finden (Hemmer und Hemmer 2015: 36). In der Top 20 sind mit «Klimawandel», «Waldsterben», «Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt», und «Tourismus und Umwelt» vier Umweltthemen enthalten (Hemmer und Hemmer 2015: 36),.

In der Auswertung waren die Schüler*innen gefragt worden, was ihnen formal oder inhaltlich in den zwei Lektionen gefehlt hatte, bzw. was sie gerne vertiefter behandelt hätten. Neben der Frage, wie bedroht die Arten konkret seien, wurden sehr häufig die Fragen nach der Konsequenz der Biodiversitätsabnahme für uns Menschen aufgeschrieben und was man als Mensch dagegen tun könne. Diese Fragen lassen darauf schliessen, dass sich die Schüler*innen stark für den Bezug der Biodiversität zum Mensch interessieren – eine Annahme, die durch die überdurchschnittlich häufige Nennung des Bezug zum Menschen als wichtigste Erkenntnis gestützt wird.

Hypothese UE 4: Das Verhältnis von Theorie und Praxis wird insgesamt als ausgewogen beurteilt.

Das Verhältnis zwischen Theorie und praktischen Aufgaben war als ausgewogen empfunden worden, woraus geschlossen werden kann, dass zum einen die theoretischen Grundlagen ausreichend gewesen waren und zum anderen der Unterricht auch nicht zu theorielastig gewesen war.

Hypothese UE 5: Der Schwierigkeitsgrad wird in der dritten Klassenstufe am ehesten als zu einfach beurteilt.

Insgesamt war der Schwierigkeitsgrad als leicht zu einfach beurteilt worden (Mittelwert: -0.36), wobei Unterschiede zwischen den verschiedenen Klassenstufen beobachtet werden konnten. Der Median war in den Klassen der Klassenstufe 4 tiefer als in den übrigen beiden Klassenstufen, der Schwierigkeitsgrad somit als leichter beurteilt. Diese Einschätzung stimmt jedoch nicht mit den Noten der schriftlichen Lernkontrolle überein. Zwar kann der Vergleich nicht über alle Klassenstufen gezogen werden, innerhalb der Kategorie der Klassen, die die Auswertung eine Woche nach der Lektion hatten, kann jedoch festgestellt werden, dass der Notenschnitt der vierten Klasse nicht eindeutig höher ist als die Notenschnitte der zweiten und dritten Klassen – im Gegenteil: Mit der Note 4.2 hat die 4. Klasse den tiefsten Notenschnitt. Genauso wie für den Lernfortschritt sollte von pauschalisierenden Aussagen jedoch abgesehen werden, denn da das Vorwissen auch innerhalb der Klasse sehr unterschiedlich sein kann, können die Aufgaben auch innerhalb der Klasse als unterschiedlich schwer empfunden werden. Im Zusammenhang mit dem Schwierigkeitsgrad der Lektionen war von den Schüler*innen auch die Tiefe der Lektionen angesprochen werden, wobei auch hier die Meinungen auseinander gehen: Zum einen wurde die Breite an besprochenen Themen positiv bewertet, zum anderen hätten sich die Schüler*innen noch eine grössere Tiefe gewünscht.

Hypothese UE 6: Die persönliche Betroffenheit von der Abnahme der Artenvielfalt in der Zukunft ist gestiegen.

Diese Abnahme der persönlichen Betroffenheit (Medien 1.4 vor der Unterrichtseinheit gegenüber Medien 0.9 nach der Unterrichtseinheit) ist einerseits überraschend, da ein statistischer Zusammenhang zum Interesse vor der Lektion gefunden wurde (Rangkorrelation nach Spearman, $p=0.044$) und dieses im Vergleich zu vor der Lektionen zugenommen hatte. Andererseits stand die Bedeutung der Biodiversität für den Mensch nicht im Zentrum der Unterrichtseinheit, was eine mögliche Erklärung liefert. Was ebenfalls interessant war, war, dass im Gegensatz zum Interesse kein Zusammenhang der Betroffenheit mit den Lehrpersonen festgestellt werden konnte.

Die Literatur kann diese Erkenntnisse insofern bestätigen, als dass für personales Interesse einerseits erforderlich ist, dass die Person den Gegenstandsbereich des situationalen Interesses über eine längere Zeitspanne als bedeutsam erlebt, und andererseits, dass bei interessenthematischen Handlungen positive emotionale Erlebensqualitäten überwiegen (Grassinger et al. 2019: 10).

Zusammenfassung

Die Interviews haben gezeigt, dass sich die Frage *«Wie kann eine Unterrichtseinheit gestaltet werden, die den Schüler*innen die Bedeutung und das Ausmass der Problematik der Biodiversitätsabnahme vermittelt?»* nicht nur hypothetisch für die Zukunft, sondern auch in Bezug auf die Gegenwart beantwortet werden kann, denn bereits heute werden im Zusammenhang mit dem Klimawandel, Siedlungsentwicklung oder Landwirtschaft auch deren Auswirkungen auf die biologische Vielfalt thematisiert. Nebst der fachinternen Behandlung – im Ergänzungs- oder im Grundlagenfach – sehen die Lehrpersonen im Thema «Biodiversität» auch ein grosses Potenzial für fächerübergreifenden Unterricht im Rahmen einer Projektwoche.

Bezieht man zudem die Interessen und das Vorwissen der Schüler*innen ein, können weitere Schlüsse gezogen werden, wie eine Unterrichtseinheit in der Geographie gestaltet werden kann. Zunächst kann gesagt werden, dass sich das Thema in jeder Klassenstufe integrieren lässt – Anknüpfungspunkte gibt es in allen Klassenstufen wie die Interviews gezeigt haben. Eine wichtige Erkenntnis der Evaluation mit den Schüler*innen ist die, dass das Verhältnis vom Mensch zur Biodiversität der Aspekt ist, welcher die Schüler*innen am meisten interessiert und für sie am relevantesten ist. Zudem wurde deutlich, dass die Unterrichtseinheit das Interesse an der Thematik zu steigern vermochte, nicht jedoch die persönliche Betroffenheit. Unterrichtseinheit (und Fragebogen) haben ergeben, dass die Mehrheit der Schüler*innen das Thema zwar sehr interessant findet, sich aber (noch) nicht mit diesem identifizieren. Dazu müsste eine vertiefte Thematisierung stattfinden.

Basierend auf diese Erkenntnisse kann gesagt werden, dass die Biodiversität als Bildungsthema mehr erfordert als die reine Vermittlung einer Fachkompetenz bzw. die Vermittlung von Wissen. Die Schüler*innen sollten im Sinne der Bildungsziele der Geographie im Erwerb einer Handlungskompetenz gefördert werden und einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt pflegen. Die Auswertung der Unterrichtseinheit zeigte auch, dass dies eine der häufigsten Fragen war, die noch offen geblieben war.

Sturm und Berthold (2015) sagen, Umweltthemen wie die Biodiversität können noch mehr Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn sie im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung vermittelt werden, also ökologische, ökonomische und gesellschaftliche/politische sowie lokale und globale Aspekte verbinden, an die eigene Person und Gesundheit anschlussfähig sind und

Partizipation an Lösungsansätzen ermöglichen (Sturm und Berthold 2015: 85). Unterrichtsthe-
men unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte Umwelt und Gesundheit zu behandeln,
führt nachweislich zu einem deutlichen Anstieg des Schülerinteresses.

7 Fazit

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit noch einmal zusammengefasst und die Forschungsfrage «*Welchen Beitrag kann der Geographieunterricht in Mittelschulen zur Sensibilisierung für den Erhalt der Biodiversität leisten?*» beantwortet. In der Reflexion werden die Auswahl und Umsetzung der Methoden beurteilt und zum Schluss wird im Ausblick erläutert, welche Fragen offengeblieben sind und wie die Forschung in diesem Bereich weitergeführt werden kann.

7.1 Schlussfolgerung

Angesichts des drastischen Rückgangs der biologischen Vielfalt in den vergangenen 100 Jahren und den bereits beobachtbaren, aber auch noch zu erwartenden Auswirkungen auf die Ökosysteme und den Mensch, gehört der Erhalt der Biodiversität bzw. deren Förderung zu einer der wichtigsten Aufgaben der Menschheit. Dabei sind nicht nur Expert*innen gefragt, sondern auch die die Bevölkerung und insbesondere die jungen Generationen.

Die Befragung der Schüler*innen hat gezeigt, dass der Bekanntheitsgrad der Biodiversität in den vergangenen 10 Jahren stark gestiegen ist und die Schüler*innen erkannt haben, dass die Natur uns eine Vielfalt an Ökosystemdienstleistungen zur Verfügung stellt. Dass die Biodiversität in der Schweiz in einem besorgniserregenden Zustand ist und die Bereitstellung dieser Ökosystemdienstleistungen dadurch gefährdet, wird hingegen nach wie vor nicht erkannt. In vielerlei Hinsicht kann der Geographieunterricht jedoch genau dort einen wertvollen Beitrag leisten. Dafür sprechen die folgenden Gründe:

- 1) Die Geographie beschäftigt sich definitionsgemäss mit der «*Erdoberfläche in ihrer räumlichen Differenzierung, ihrer physischen Beschaffenheit sowie als Raum und Ort des menschlichen Lebens und Handelns*» (Blotvogel 2001: *Geographie*, Zugriff: 16.05.2020), Die geographische Erziehung hat ausserdem das Ziel, dass sich die Schüler*innen sich ihres Einflusses, aber auch desjenigen ihrer Gesellschaft auf die Umwelt bewusst werden und Handlungskompetenzen erworben werden, umweltgerechte Entscheidungen zu treffen. Insofern sind bereits Rahmenbedingungen gegeben, die der Biodiversität in der Wissenschaft Geographie und im Schulfach ihren Platz einräumen.
- 2) Der Bezug der Biodiversität zum Mensch im Allgemeinen, im Speziellen jedoch auch zu den Schüler*innen persönlich, war ein Aspekt, der für die Schüler*innen am interessantesten war bzw. zu dem sie noch gerne mehr erfahren hätten. Dieses Interesse ist ein wichtiger Bestandteil für die Motivation, sich mit diesem Inhalt auseinander zu setzen und eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb von Kompetenzen, insbesondere der Fähigkeit, naturgerecht handeln zu können. Die übrigen fünf Kompetenzbereiche sind jedoch nicht zu vernachlässigen, da beispielsweise für eine Handlungskompetenz auch Fachwissen nötig ist. Durch seine Funktion als Brückenfach zwischen Natur- und Sozialwissenschaften eignet sich die Geographie sehr gut, um Themen anzusprechen, die sowohl eine «menschliche» als auch eine umweltbezogene Komponente haben, wie dies bei der Biodiversität der Fall ist. Die Stellung der Biodiversität im Geographieunterricht wird insofern gefestigt, als dass der Bezug der Biodiversität zum Mensch als besonders wichtigen Aspekt genannt worden war.
- 3) Die Auswertung der Lehrplananalyse hat gezeigt, dass die Biodiversität in den Lehrplänen der Geographie zwar sehr selten explizit erwähnt wird, doch dass zugleich mit Lerngebieten wie dem Klimawandel, der Siedlungsentwicklung oder der Landwirtschaft viele Themen vorhanden sind, die Ursachen der Biodiversitätsabnahme beinhalten und somit

zahlreiche potenzielle Anknüpfungspunkte vorhanden sind. Die Auswertung qualitativen Interviews zeigte anschliessend, dass in der Praxis einige dieser Anknüpfungspunkte bereits genutzt werden und das Thema «Biodiversität» beispielsweise im Zusammenhang mit der Raumplanung, der industriellen Landwirtschaft, dem Klimawandel oder der Überfischung gestreift wird. Die Thematisierung in unterschiedlichen Zusammenhängen ist aus unterschiedlichen Gründen vorteilhaft: Zum einen weisen Studien aus der Interessensforschung darauf hin, dass ein personales Interesse und eine Identifikation mit einem Inhalt dann stattfindet, wenn ein Thema über längere Zeit wiederholt thematisiert wird. Diese Voraussetzung wäre somit eher gegeben, wenn das Thema in unterschiedlichem Zusammenhang behandelt wird als wenn die Biodiversität ein eigener Lerninhalt wird. Diese Vorgehensweise würde auch der Einschätzung derjenigen Lehrpersonen entgegenkommen, die der Einbettung der Biodiversität als eigenständiges Lerngebiet aus zeitlichen Gründen kritisch gegenüberstehen. Die Einbettung in der Geographieunterricht «in Häppchen» bedingt natürlich, dass die biologische Vielfalt und Aspekte dieser tatsächlich in unterschiedlichen Klassenstufen und unterschiedlichen Lerngebieten angesprochen wird und nicht nur bei einem Thema gestreift.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass der Geographieunterricht vor allem im Bezug zum Mensch einen Beitrag leisten kann, womit einem grossen Interesse der Schüler*innen nachgekommen werden kann und an bereits bestehende Inhalte angeknüpft werden kann.

7.2 Ausblick

Die Frage, die sich nach diesen Erkenntnissen stellt, ist die, wie der Beitrag, den der Geographieunterricht leisten kann, auch umgesetzt werden kann. Die Auswertung der Interviews mit den Lehrpersonen haben gezeigt, dass – vor dem Hintergrund der offen formulierten Lehrpläne – die Einstellung der Lehrperson zum Thema bzw. als wie relevant die Lehrperson das Thema erachtet, eine entscheidende Rolle spielt, inwiefern die biologische Vielfalt im Geographieunterricht angesprochen wird. Um Lehrpersonen stärker für die Thematik zu sensibilisieren und fachdidaktisches Wissen zur Biodiversitätsvermittlung aufzubauen, sollte die Förderung der Biodiversität stärker in der Aus- und Weiterbildung der Lehrpersonen verankert werden. Diese Sensibilisierung führt im Idealfall auch dazu, dass der Stellenwert in den Lehrplänen der Geographie steigt, die ebenfalls von Lehrpersonen gestaltet werden.

Durch seine Funktion als Brückenfach birgt das Schulfach Geographie viel Potenzial für fächerübergreifenden Unterricht zum Thema «Biodiversität». Schüler*innen könnten sich neben der Einbettung im regulären Unterricht beispielsweise im Rahmen von Projektwochen interdisziplinär mit der Biodiversität auseinandersetzen.

7.3 Reflexion

In diesem Kapitel blicke ich auf die verwendeten Methoden zurück und betrachte deren Einsatz kritisch.

Insgesamt erwies sich die Kombination aus schriftlicher Befragung, Lehrplananalyse, qualitativen Interviews und Durchführung einer Unterrichtseinheit als sehr geeignet zur breit abgestützten Beantwortung der Forschungsfrage, da sie die Betrachtung der Thematik aus unterschiedlichen Perspektiven erlaubte. Der Mixed-Method-Ansatz war für mich ausserdem sehr lehrreich, da ich Erfahrungen in der Anwendung von qualitativen und quantitativen Methoden und deren Verbindung sammeln konnte. Die Herausforderung in der Methodenvielfalt bestand in der Planung darin, den Einsatz der Methoden so zeitlich aufeinander anzustimmen, dass die Erkenntnisse sich gegenseitig ergänzen konnten. Im Folgenden werden die Datenerhebung und -analyse der jeweiligen Methoden reflektiert.

7.3.1 Schriftliche Befragung

Die vorgelagerte Befragung der Schüler*innen verfolgte zwei Absichten: Zum einen konnten die Vorstellungen der Lernenden zum Thema «Biodiversität» erfasst werden, zum anderen der allgemeine Wissensstand der Schüler*innen betrachtet werden und beobachtet werden wie sich dieser seit der letzten vergleichbaren Untersuchung in der Schweiz im Jahr 2008 entwickelt hat. Während der Fragebogen letztere Funktion gut erfüllen konnte – es konnten interessante Vergleiche gezogen und Entwicklungen festgestellt werden, entstand bei der Auswertung der Befragung der Eindruck, dass für ein genaues Bild der Vorstellungen der Schüler*innen (zusätzlich) einzelne Interviews hilfreich gewesen wären. Dadurch hätte ein differenzierteres Bild der Vorstellungen gezeichnet werden können, beispielsweise weshalb jemand die Ansicht vertrat, dass Menschen auf dem Land stärker von der Abnahme der Biodiversität betroffen waren als Menschen in der Stadt oder weshalb die Pflanzenvielfalt auf den verschiedenen Flächen so hoch oder tief eingeschätzt wurde.

Die Auswahl der Klassen erwies sich als sehr passend, da verschiedene Klassenstufen abgedeckt waren, welche miteinander verglichen werden konnten, was für eine zusätzliche Breite des Gesamteindrucks sorgte. Der erwartete Einfluss des Gemeindetypus des Wohnorts auf die Antworten der Schüler*innen fiel zwar kleiner aus als erwartet, die Gemeindetypologie des Wohnorts wirkte sich dafür in der Unterrichtseinheit stärker aus. Dadurch, dass einige Schüler*innen in ländlicher Umgebung auf einem Bauernhof aufwuchsen, bestand eine hohe persönliche Betroffenheit von der Trinkwasserinitiative, wodurch deren Diskussion im Unterricht einen anderen Stellenwert bekam. Ebenfalls erwies sich die Kombination aus schriftlicher Befragung und persönlicher Anwesenheit während der Befragungen als geeignet, da so Missverständnissen vorgebeugt werden konnte und die Logistik vereinfacht werden konnte.

Die aufgestellten Hypothesen waren angemessen, um aussagekräftige Erkenntnisse aus der Umfrage zu gewinnen. Auch, wenn einige Variablen durch fehlende Unabhängigkeit aus den Analysen ausgeschlossen werden mussten, war die mathematisch-statistische Analyse mittels des Statistikprogramms «R» als Methode geeignet empfunden worden, um die Hypothesen zu überprüfen und die Daten auszuwerten.

7.3.2 Qualitative Interviews

Die durchgeführten Interviews stellten eine sehr spannende Ergänzung dar, nicht nur zu den schriftlichen Befragungen, sondern auch zur Lehrplananalyse, die einen anderen Stellenwert der Biodiversität hatte vermuten lassen als die Interviews. Die Durchführung der Interviews war auch insofern spannend, als dass die Lehrpersonen unterschiedliche Standpunkte vertraten, wobei die Resultate wahrscheinlich noch vielfältiger ausgefallen wären bei einer höheren Anzahl von Lehrpersonen.

7.3.3 Unterrichtseinheit

Neben dem wissenschaftlichen Wert für die Masterarbeit hatte die Unterrichtseinheit für mich auch einen persönlichen Wert zur Sammlung von Erfahrungen im Hinblick auf die zukünftigen Praktika.

Wie auch bei der Befragung erwies sich die Zusammensetzung der Klassenstufen als gute Mischung, um Eindrücke aus unterschiedlichen Klassenstufen und unterschiedlichen Kantonen zu haben. Insgesamt war das Vorbereiten der Lektionen und deren Durchführung eine spannende Erfahrung und eine gute Übung, jedoch auch sehr zeitaufwändig. Dieser erhöhte Zeitaufwand hängt jedoch auch damit zusammen, dass ich noch nicht geübt bin im Unterrichten. Die Unerfahrenheit spielt auch im Unterricht selbst und damit auch für die Resultate eine Rolle; vor allem zu Beginn der Lektionen war ich noch etwas unsicher wie ich gewisse Inhalte erklären sollte, so dass die Schüler*innen sie verstehen bzw. wie ich einen flüssigen Unterricht gestalten kann, in dem alle Schüler*innen einbezogen werden.

Die Auswahl der Themen erwies sich als gute Mischung, wobei der Mensch noch stärker hätte im Zentrum stehen können. Viele Schüler*innen gaben in der Auswertung an, dass sie gerne erfahren hätten, wie sich denn die Abnahme der Biodiversität auf den Mensch auswirkt. Diese war nur am Rande thematisiert worden. Die Schwierigkeit hierbei war allerdings die zur Verfügung stehende Zeit gewesen, die mit 2 Lektionen sehr knapp bemessen war. Um die Thematik vertieft zu behandeln wäre eine zusätzliche Lektion hilfreich gewesen, was im Rahmen dieser Arbeit aus den genannten Gründen jedoch nicht möglich gewesen war.

8 Literatur

- ABM (Hrsg.) 2016: Kollegium St. Fidelis: Lehr- und Stoffplan. Amt für Berufsbildung und Mittelschule (ABM), Stans, Schweiz.
- ADM (Hrsg.) 2006: Richtlinie für die Befragung von Minderjährigen. Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute (ADM), Berlin, Deutschland.
- AMH (Hrsg.) 2003: Lehrplan. Amt für Mittel- und Hochschulen (AMH), Frauenfeld, Schweiz.
- AFM (Hrsg.) 2006: Lehrplan für das Gymnasium im Kanton St. Gallen. Amt für Mittelschulen (AFM), St. Gallen, Schweiz.
- Atteslander, P. (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung. Erich Schmidt Verlag, Berlin, Deutschland.
- AUE (Hrsg.) 2009: Invasive Pflanzen und Tiere. Lebensweise, Verbreitung und Problematik der wichtigsten vom Menschen eingeschleppten Pflanzen (Neophyten) und Tiere (Neozoen) in der Schweiz. Amt für Umweltkoordination und Energie des Kanton Bern (AUE), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2012a: Strategie «Biodiversität Schweiz». Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2012b: Auswirkungen von künstlichem Licht auf die Artenvielfalt und den Menschen. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2014a: Biodiversität in der Schweiz. Kurzfassung des 5. Nationalberichts zuhanden der Biodiversitätskonvention, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2014b: 18 Grundlagenpapier zur Stickstoffproblematik. Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2017a: Aktionsplan «Strategie Biodiversität Schweiz». Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BAFU (Hrsg.) 2017b: Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung. Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität, Stand 2016. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- Balbuena, M.S., Tison, L., Hahn, M., Greggers, U., Menzel, R. und Farina, W.M. (2015): Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. In: *Journal of Experimental Biology*, 218, 2799 – 2805.

- Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? In: *Nature*, 471, 51 – 57.
- Beketov, M.A., Kefford, B.J., Schäfer, R.B. und Liess, M. (2013): Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. In: *PNAS*, 110, 11039 – 11043.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W. und Courchamp, F. (2012): Impacts of climate change on the future of biodiversity. In: *Ecology Letters*, 15, 365 – 377.
- BFS (Hrsg.) 2012: Gemeindetypologie und Stadt/Land-Typologie 2012. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, Schweiz.
- BFS (Hrsg.) 2013: Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, Schweiz.
- BFS (Hrsg.) 2015: Umweltindikator. Landschaftszerschneidung. Bundesamt für Statistik (BFS), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/umweltzustand/landschaftszerschneidung.html> (Stand: 31.12.2015, Zugriff: 12.05.2020).
- BFS (Hrsg.) 2016: Flächenanteile mit Nachtdunkelheit. Bundesamt für Statistik (BFS), <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raumumwelt/umweltindikatoren/alle-indikatoren/umweltzustand/nachtdunkelheit.assetdetail.432937.html> (Stand:15.07.2016, Zugriff: 15.05.2020).
- Bieri, U., Agosti, S., Longchamp, C., Ratelband-Pally, S. und Tschöpe, S. (2010): Wahrnehmung und Einstellung zur Biodiversität. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Schweiz.
- BKS (Hrsg.) 2002: Lehrplan für die Maturitätsschule. Kantonsschule Graubünden, Chur, Schweiz.
- BKS (Hrsg.) 2011: Fächerbezogene Kantonale Lehrplanteile der Aargauischen Kantonsschulen. Departement Bildung, Kultur und Sport (BKS), Aarau, Schweiz.
- BKSD (Hrsg.) 2000 : Lehrplan für das Gymnasium, 2014-2018. Bildungs-, Kultur- und Sportdirektion Basel-Landschaft (BKSD), Liestal, Schweiz.
- Blotevogel, H.H. (2001): Geographie. Lexikon der Geographie. <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/geographie/2917> (Stand: 31.12.2001, Zugriff: 16.05.2020).
- BLV (Hrsg.) 2018: Fachinformation. Lebensmittel und Ernährung. Thema – Pflanzenschutzmittel. Glyphosat. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), Bern, Schweiz.

- Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M., Bustamante, M., Ciederby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman, J.W., Fenn, M., Gillingham, F., Nordin, A., Pardo, L. und Vries, W. (2010): Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis. In: *Ecological applications*, 20, 30 – 59.
- Böhm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N. und Hammerson, G. (2013): The conservation status of the world's reptiles. In: *Biological Conservation*, 157, 372 – 385.
- Bonmatin, J.-M., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreuzweiser, D.P., Krupke, C., Liess, M., Long, E., Marzaro, M., Mitchell, E.A.D., Noome, D.A., Simon-Selso, N. und Tapparo, A. (2015) : Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. In: *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 35 – 67.
- Börner, H. (Hrsg.) 2009: Insektizide. In: *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. Springer Verlag, Heidelberg, Deutschland.
- Brändli, U.-B. (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf, Schweiz.
- Büscher, B., Fletcher, R., Brockington, D., Sandbrook, C., Adams, W., Campbell, L. und Shanker, K. (2017): Half-Earth or Whole Earth? Radical ideas for conservation, and their implications. In: *Oryx*, 51, 407 – 410.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, C.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., und Genovesi, P. (2010): Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. In: *Science*, 328, 1164 – 1168.
- Cardinale, B.J., Duffy, J.E., Gonzalez, A., Hooper, D.U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G.M., Tilman, D., Wardle, D.A., Kinzig, A.P., Daily, G.C., Loreau, M., Grace, J.B., Larigauderie, A., Srivastava, D.S. und Naeem, S. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. In: *Nature*, 486, 59 – 67.
- CBD (Hrsg.) 1992 : Convention on Biological Diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Rio de Janeiro. Brasilien.
- CBD (Hrsg.) 2018: Aichi Biodiversity Targets. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD). <https://www.cbd.int/sp/targets/> (Stand: 05.11.2018, Zugriff: 27.06.2020).

- CBD (Hrsg.) 2020: Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020, including Aichi Biodiversity Targets. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD). <
<https://www.cbd.int/sp/>> (Stand: 21.01. 2020, Zugriff: 27.06.2020).
- Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M. und Palmer, T.M. (2015): Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. In: *Science Advances*, 1, 1 – 5.
- Ceulemans, T., Stevens, C.J., Duchateau, L., Jacquemyn, H., Gowing, D.J., Merckx, R., Wallace, H., van Rooijen, N., Goethem, T. und Bobbink, R. (2014): Soil phosphorus constrains biodiversity across European grasslands. In: *Global Change Biology*, 20, 3814 – 3822.
- CIPRA (Hrsg.) 2009: Relevante Instrumente zum Thema ökologische Netzwerke im Alpenraum. Commission Internationale pour la Protection des Régions Alpines (CIPRA) Alp-Media Hintergrundbericht, Schaan, Fürstentum Liechtenstein.
- Cleary, D.F.R. und Mooers, A. (2006): Burning and logging differentially affect endemic vs. widely distributed butterfly species in Borneo. In: *Diversity and Distributions*, 12, 409 – 416.
- Cordillot F. und Klaus. G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern
- Crooks, K. R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., King, S. R. B., Di Marco, M., Rondinini, C. und Boitani, L. (2017): Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 7635 – 7640.
- Crooks, K.R. und Sanjayan, M. (Hrsg.) 2006: Connectivity conservation. Cambridge University Press, New York, USA.
- DBK (Hrsg.) 2019: Lehrplan Gymnasium: Kantonsschule Olten, Kantonsschule Solothurn. Departement für Bildung und Kultur (DBK) , Solothurn, Schweiz.
- De Vos, J.M., Joppa, L.N., Gittleman, J.L., Stephens, P.R. und Pimm, S.L. (2014): Estimating the normal background rate of species extinction. In: *Conservation Biology*, 29, 452 – 462.
- DGfG (Hrsg.) 2014: Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss. Mit Aufgabenbeispielen. Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG), Bonn, Deutschland.

- Di, H.J. und Cameron, K.C. (2002): Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. In: *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46, 237–256.
- Durrant, J., Botha, L.M., Green, M.P. und Jones, T.M. (2018): Artificial light at night prolongs juvenile development time in the black field cricket, *Teleogryllus commodus*. In: *Journal of Experimental Zoology -B: Molecular and Developmental Evolution*, 12, 225 – 233.
- EDBS (Hrsg.) 2013: Lehrplan Gymnasium. Übergangszeit 2014 –2021. Erziehungsdepartement des Kantons Basel-Stadt (EDBS), Basel, Schweiz.
- EDI (Hrsg.) 2018: 817.021.23. Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Erzeugnissen pflanzlicher und tierischer Herkunft (VPRH). Eidgenössisches Departement des Innern (EDI), Bern, Schweiz.
- EDK (Hrsg.) 1994: Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen. Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK), Bern, Schweiz.
- EDK (Hrsg.) 2019: Das Bildungssystem Schweiz. Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK). <https://www.edk.ch/dyn/14861.php> (Stand: 31.08.2019, Zugriff: 27.06.2020).
- Ellis, E. und Ramankutty, N. (2008): Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. In: *Frontiers in Ecology and Ecological Environment*, 6, 439–447.
- Elmqvist, T. (Hrsg.) 2013: *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Springer Verlag, Heidelberg, Deutschland.
- Elsen, P.R. und Tingley, M.W. (2015): Global mountain topography and the fate of montane species under climate change. In: *Nature Climate Change*, 5, 772 – 776.
- ERZ (Hrsg.) 2016: Lehrplan 17 für den gymnasialen Bildungsgang ab dem Schuljahr 2019/2020. Erziehungsdirektion des Kanton Bern (ERZ), Bern, Schweiz.
- Fady, B. und Conord, C. (2010): Macroecological patterns of species and genetic diversity in vascular plants of the Mediterranean basin. In: *Diversity Distributions*, 16, 53 – 64.
- Fahrig, L. (2003): Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. In: *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487 – 515.
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C.D., Kimberly B., Portnov, B. A., Rybnikova, N.A. und Furgoni, R. (2016): The new world atlas of artificial night sky brightness. In: *Science Advances*, 2, 1 – 25.

- Flick, U. (2007): *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Hamburg, Deutschland.
- Ffrench-Constant, R., Somers-Yeates, R., Bennie, J., Economou, T., Hodgson, D., Spalding, A. und McGregor, P.K. (2013): Light pollution is associated with earlier tree budburst across the United Kingdom. In: *Proceedings of Royal Society B.*, 283, 1 – 9.
- Furrer, R., Schaub, M., Bossert, A., Isler, R., Jenny, H., Jonas, T., Marti, C. und Jenni, L. (2016): Variable decline of Alpine Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in Switzerland between regions and sites. In: *Journal of Ornithology*, 157, 787 – 796.
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco R., Cunningham, S.A. (2013): Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. In: *Science*, 339, 1608 – 1611.
- Geiger, F., Bengtsson, J., Frank Berendse, Weisser, W.W., Emmerson, M., Morales, F.B., Ceryngier, P., Liira, J. Tschardtke, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L.W., Dennis, C., Palmer, C. und Inchausti, P. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11, 97 – 105.
- Gerber, E., Jaegle, B. und Heinrich, F. (2007): Impact of invasive alien knotweed *Fallopia spp.* on pollinators, as well as on the reproduction of a native plant species. In: *Actes de la société jurassienne d'émulation*, 110, 37 – 46.
- Grassinger, R., Dickhäuser, O. und Dresel, M. (2019): Motivation. In: Urhahne D., Dresel M. und Fischer F. (Hrsg.): *Psychologie für den Lehrberuf*. Springer Verlag, Heidelberg, Deutschland.
- GSA (Hrsg.) 2011 : *Lehrpläne Gymnasium St. Antonius, Appenzell*. Gymnasium St. Antonius Appenzell, Appenzell, Schweiz.
- Hanski, I. (2005): Landscape fragmentation, biodiversity loss and the societal response. The longterm consequences of our use of natural resources may be surprising and unpleasant. In: *EMBO reports*, 6, 388 – 392.
- He, T.H., Lamont, B.B., Krauss, S.L., Enright, N.J. und Miller, B.P. (2008): Covariation between intraspecific genetic diversity and species diversity within a plant functional group. In: *Journal of Ecology*, 96, 956 – 961.
- Hellmann, J.J., Byers, J.E., Bierwagen, B.G. und Dukes, J. S. (2008): Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. In: *Conservation Biology*, 22, 3, 534–543.
- Hemmer, I. und Hemmer, M. (2010): Interesse von Schülerinnen und Schülern an einzelnen Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts – ein Vergleich zweier empirischer Studien aus den Jahren 1995 und 2005. In: Ingrid Hemmer und Michael

- Hemmer (Hrsg.): Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis. Selbstverlag des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik e.V., Weingarten, Deutschland.
- Hemmer, I. und Hemmer, M. (2015): Welche Themen interessieren Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums im Geographieunterricht? Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in Nordrhein-Westfalen. In *Schulgeographie*, 93, 34 – 41.
- Hof, C., Levinsky, I., Araujo, M.B. und Rahbek, C. (2011): Rethinking species' ability to cope with rapid climate change. In: *Global Change Biology*, 17, 2987 – 2990.
- Howe, C. (2009): The Role of Education as a Tool for Environmental Conservation and Sustainable Development. Imperial College London, London, Grossbritannien.
- Hunter, L.M. und Brehm, J. (2003): Qualitative Insight Into Public Knowledge of, and Concern With, Biodiversity. In: *Human Ecology*, 31, 309 – 320.
- Hüppop, K., Hüppop, O. und Bairlein, F. (2008): Immer früher wieder zurück: Veränderung von Zugzeiten. In: *Der Falke*, 55, 294 – 299.
- IGU (Hrsg.) 1992: International Charter on Geographical Education. Commission on Geographical Education. Washington, USA.
- Infoflora (2020): Neophyten. Infoflora. <https://www.infoflora.ch/de/neophyten.html> (Stand: 26.06.2020, Zugriff: 27.06.2020).
- IUCN (Hrsg.) 2020 : The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1. <https://www.iucnredlist.org/> (Stand: 13.05.2020, Zugriff: 13.05.2020).
- Jackson, M.M., Gergel, S.E. und Martin, K. (2016): Effects of Climate Change on Habitat Availability and Configuration for an Endemic Coastal Alpine Bird. In: *PLOS ONE*, 11, 1 – 20.
- Jaeger, J., Bertiller, R., Schwick, C. (2007): Landschaftszerschneidung Schweiz: Zerschneidungsanalyse 1885–2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung. Kurzfassung. Bundesamt für Statistik (BFS), Neuchâtel, Schweiz.
- Kanwischer, D. (Hrsg.) 2013: Geographiedidaktik – ein Arbeitsbuch zur Gestaltung des Geographieunterrichts. Borntraeger Verlag, Stuttgart, Deutschland.
- KFR (Hrsg.) 2012: Lehrplan. Kantonsschule Freudenberg (KFR), Zürich, Schweiz.
- KKS (Hrsg.) 2018: Lehrplan 2018. Kantonsschule Kollegium Schwyz (KKS), Schwyz, Schweiz.

- Klafki, W. (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik. Beltz Verlag, Basel, Schweiz.
- KMSUa (Hrsg.) o.J.: Lehrplan Geographie. Kantonale Mittelschule Uri (KMSU), Altdorf, Schweiz.
- KMSUb (Hrsg.) o.J.: Lehrplan Biologie. Kantonale Mittelschule Uri (KMSU), Altdorf, Schweiz.
- KRW (Hrsg.) o.J.: Lehrplan. Kantonsschule Rychenberg Winterthur (KRW), Winterthur, Schweiz.
- KSA (Hrsg.) 2018a: Lehrplan Geografie Langzeitgymnasium. Kantonsschule Alpenquai (KSA), Luzern, Schweiz.
- KSA (Hrsg.) 2018b: Lehrplan Biologie Langzeitgymnasium. Kantonsschule Alpenquai (KSA), Luzern, Schweiz.
- KSA (Hrsg.) 2018c: Gymnasium und Fachmittelschule, Lehrpläne der Kantonsschule Auserschwyz. Kantonsschule Auserschwyz (KSA), Pfäffikon, Schweiz.
- KSG (Hrsg.) 2019: Lehrplan für das Gymnasium. Kantonsschule Glarus (KSG), Glarus, Schweiz.
- KSM (Hrsg.) 2006a: Lehrplan '06. Geografie (GG). Kantonsschule Musegg (KSM), Luzern, Schweiz.
- KSM (Hrsg.) 2006b: Lehrplan '06, Biologie (BI). Kantonsschule Musegg (KSM), Luzern, Schweiz.
- KSM (Hrsg.) 2015: Kantonsschule Menzingen. Lehrplan 2015. Kantonsschule Menzingen (KSM), Menzingen, Schweiz.
- KSO (Hrsg.) 2012: Fachlehrplan Geografie. Kantonsschule Obwalden (KSO), Sarnen, Schweiz.
- KSS (Hrsg.) 1994: Maturitätsschule. Kantonsschule Schaffhausen (KSS), Schaffhausen, Schweiz.
- Krämer, I., Nausch, M. und Mehl, D. (2016): Phosphor – von der Quelle bis ins Meer. In: Wasser und Abfall, 9, 18 – 22.
- KST (Hrsg.) 2016: Lehrplan Gymnasium. Kantonsschule Trogen (KST), Trogen, Schweiz.
- KSZ (Hrsg.) 2009a: Geografie. Kantonsschule Zug (KSZ), Zug, Schweiz.
- KSZ (Hrsg.) 2009b: Biologie. Kantonsschule Zug (KSZ), Zug, Schweiz.

- Leimbach, M., Kriegler, E., Roming, N. und Schwanitz, J. (2017): Future growth patterns of world regions – A GDP scenario Approach. In: *Global Environmental Change*, 42, 215 – 225.
- Lindemann-Matthies, P. und Bose, E. (2008): How Many Species Are There? Public Understanding and Awareness of Biodiversity in Switzerland. In: *Human Ecology*, 36, 731–742.
- Locke, H., Ellis, E.C., Venter, O., Schuster, R., Ma, K., Shen, X., Woodley, S., Kingston, N., Bholá, N., Strassburg, B., Paulsch, A., Williams, B. und Watson, J.E.M. (2019): Three global conditions for biodiversity conservation and sustainable use: an implementation framework. In: *National Science Review*, 6, 1080 – 1082.
- Manel, S., Guerin, P.-E., Mouillot, D., Blanchet, S., Velez, L., Albouy, C. und Pellissier, L. (2020) : Global determinants of freshwater and marine fish genetic diversity. In: *Nature Communications*, 11, 1 – 9.
- Mankin, P. C., Warner, R. E., und Anderson, W. L. (1999). Wildlife and the Illinois public: A benchmark study of attitudes and perceptions. In: *Wildlife Society Bulletin*, 27, 465 – 472.
- Mattissek, A., Pfaffenbach, C. und Reuber, P. (2013): *Methoden der empirischen Humangeographie*. Westermann Verlag, Braunschweig, Deutschland.
- Mayring, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz Verlag, Bad Langensalza, Deutschland.
- McLay, L.K., Green, M.P. und Jones, T.M. (2017): Chronic exposure to dim artificial light at night decreases fecundity and adult survival in *Drosophila melanogaster*. In: *Journal of Insect Physiology*, 100, 15 – 20.
- Meier Kruker, V. und Rauh, J. (2005): *Arbeitsmethoden der Humangeographie*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, Deutschland.
- Menzel, A. und Fabian, P. (1999): Growing season extended in Europe. In: *Nature*, 397, 359.
- MeteoSchweiz (Hrsg.) 2020: Frühlingsindex. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz). <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz/vegetationsentwicklung/fruehlingsindex.html> (Stand: 16.06.2020, Zugriff: 27.06.2020)
- Moore, M.V., Pierce, S.M., Walsh, H.M., Kvalvik, S.K. und Lim, J.D. (2000): Urban light pollution alters the diel vertical migration of *Daphnia*. In: *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 27, 1 – 4.

- Moschet, C., Wittmer, I., Stamm, C., Singer, H., & Hollender, J. (2015). Insektizide und Fungizide in Fließgewässern. Wichtig zur Beurteilung der Gewässerqualität. *Aqua & Gas*, 95(4), 54-65.
- Motta, E.V.S., Raymann, K. und Moran, N.A. (2018): Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 10305 – 10310.
- Murrell, C., Gerber, E., Krebs, C., Parepa, M. und Schaffner, U (2011): Invasive knotweed affects native plants through allelopathy. In: *American Journal of Botany*, 98, 1 – 6.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., de Fonseca, G.A. und Kent, J. (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. In: *Nature*, 403, 853–858.
- Nausch, G. (2011): Eutrophierung der Ostsee. Meeresverschmutzung und Meeresschutz. In: *Chemie in unserer Zeit*, 45, 164-170.
- Nelson, G.C., Bennett, E., Berhe, A.A., Cassman, K., DeFries, R., Dietz, T., Dobermann, A., Dobson, A., Janetos, A., Levy, M., Marco, D., Nakicenovic, N., O'Neill, B., Norgaard, R., Petschel-Held, G., Ojima, D., Pingali, P., Watson, R. und Zurek, M. (2006): Anthropogenic Drivers of Ecosystem Change: an Overview. In: *Ecology and Society*, 11, o.S.
- Nobis, M. (2008): Ausbreitung gebietsfremder Arten. Invasive Neophyten auch im Wald? In: *Wald und Holz*, 8, 46 – 49.
- Obrits, M.K. (2012): Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur. In: *Merkblatt für die Praxis*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf, Schweiz.
- Olsen, D.M. und Dinerstein, E. (2002): The Global 200: Priority ecoregions For Global conservation. In: *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89, 199 – 224.
- Owens, A. und Lewis, S.M. (2018): The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. In: *Ecology and Evolution*, 8, 11337 – 11358.
- Owens, A., Cochard, P., Durrant, J., Farnworth, B., Perkin, E.K., und Seymour, B. (2020): Light pollution is a driver of insect declines. In: *Biodiversity Conservation*, 241, 1 – 9.
- Parmesan, C. und Yohe, G. (2003): A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. In: *Nature*, 421, 37– 42.
- Payne, R. J., Dise, N.B., Field, C.D., Dore, A.J., Caporn, S. und Stevens, C.J. (2017): Nitrogen deposition and plant biodiversity: past, present, and future. In: *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15, 431 – 436.
- Pepin, N., Bradley, R., Diaz, H und Baraer, M. (2015): Elevation-dependent warming in mountain regions of the world. In: *Nature Climate Change*, 5, 424–430.

- Reinfried, S. und Haubrich, H. (Hrsg.) 2018: Geographie unterrichten lernen. Didaktik der Geographie. Berlin, Deutschland: Cornelsen Verlag GmbH.
- Rod, M. (2011): Von wandernden Genen, individualistischen Arten und dem Kampf des Menschen mit dem Ungleichgewicht in der Natur. Schülervorstellungen zur Biodiversität. Universität Wien, Wien, Österreich.
- Sánchez-Bayo, F. (2014): The trouble with neonicotinoids. In: *Science*, 346, 806 – 807.
- Saura, S., Bodin, O. und Fortin, M. J. (2014): Stepping stones are crucial for species' long-distance dispersal and range expansion through habitat networks. In: *Journal of Applied Ecology* 51(1), 171 – 182.
- Schaub, A. und Welte, S. (2017): UNIVOX Umwelt 2016. Gfs-zürich, Zürich, Schweiz.
- Somers-Yeates, R., Hodgson, D. , McGregor, P.K., Spalding, A. und Ffrench-Constant, R.H. (2013): Shedding light on moths: shorter wavelengths attract noctuids more than geometrids. In: *Biology Letters*, 9, 1 – 4.
- Stahr, K., Kandeler, E., Herrmann, L. und Streck, T. (2012): *Bodenkunde und Standortlehre*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Deutschland.
- Steinbauer, M.J., Grytnes, J. und Wipf, S. (2018): Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. In: *Nature*, 556, 231–234.
- Struebig, M.J., Kingston, T., Petit, E.J., Le Comber, S.C., Zubaid, A., Mohd-Adnan, A. und Rossiter, S.J. (2011): Parallel declines in species and genetic diversity in tropical forest fragments. In: *Ecology Letters*, 14, 582 – 590.
- Sturm, P. und Berthold, T. (2015): Biodiversität im Unterricht – ein Konzept zur Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie im schulischen Bereich. In: *Anliegen Natur*, 37, 76 – 83.
- Swisstopo (Hrsg.) 2020: Karte der Schweiz. < <https://map.geo.admin.ch> > (Stand: o.J., Zugriff: 29.12.2019)
- Taberlet, P., Zimmermann, N.E., Englisch, T., Tribsch, A., Holderegger, R., Alvarez, N., Coldea, G., Mirek, Z., Moilanen, A. und Ahlmer, W. (2012): Genetic diversity in widespread species is not congruent with species richness in alpine plant communities. In: *Ecology Letters*, 15, 1439 – 1448.
- Thier, H.P. (1974): Analytik der Herbizide. In: *Angewandte Chemie*, 86, 243 – 282.
- Tilman, D., Isbell, F. und Cowles, J.M. (2014): Biodiversity and Ecosystem Functioning. In: *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 471 – 493.

- Tucker, M.A., Böhning-Gaese, K., Fagan, W.F., Fryxell, J.M., Van Moorter, B. und Alberts, S.C. (2018): Moving in the Anthropocene: Global reductions in terrestrial mammalian movements. In: *Science*, 359, 466 – 469.
- Ugolini, A., Boddi, V., Mercatelli, L., und Castellini, C. (2005) :Moon orientation in adult and young sandhoppers under artificial light. In: *Proceedings of Royal Society B.*, 272, 2189 – 2194.
- UN (Hrsg.) 1992: Protocol. United Nations Conference on Environment and Development. United Nations, Rio de Janeiro, Brasilien.
- UN (Hrsg.) 2014: World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, USA.
- UN (Hrsg.) 2019: World Population Prospects 2019: Highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, USA.
- Valenti, M. und Tavana, G. (2005): Continuing Science Education for Environmental Journalists and Science Writers. In: *Science Communication*, 27, 300 – 310.
- Van Geffen, K.G., van Eck, E., de Boer, R.A., van Grunsven, R.H.A., Salis, L., Berendse, F. und Veenendaal, E.M. (2015): Artificial light at night inhibits mating in a Geometrid moth. In: *Insect Conservation and Biodiversity*, 8, 282 – 287.
- Vellend, M. und Gerber, M. (2005): Connections between species diversity and genetic diversity. In: *Ecology Letters*, 8, 767 – 781.
- Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromenton, J.-M., Hoegh-Guldberg, O. und Bairlein, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. In: *Nature*, 416, 389 – 395.
- Wilson, J.B. (2013): Biodiversity theory applied to the real world of ecological restoration. In *Applied Vegetation Science*, 16, 5 – 7.
- Wipf, S., Rixen, C., Fischer, M., Schmid, B. und Stoeckli, V. (2005): Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. In: *Journal of Applied Ecology*, 42, 306 – 316.
- Wittig, R. und Niekisch, M. (2014): Biodiversität: Grundlagen, Gefährdung, Schutz. Springer Verlag, Berlin, Deutschland.