



MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Litter-Trapper“-Pflanzen im Kontext der Vermittlung
von Verständnis für evolutionäre Prozesse

verfasst von / submitted by

Lisa Holzgruber, BEd

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

Master of Education (MEd)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

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

UA 199 502 529 02

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

Masterstudium Lehramt Sek (AB)
UF Biologie und Umweltkunde UF Spanisch

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Danksagung

An der Entstehung dieser Arbeit waren mehrere Personen auf unterschiedliche Art und Weise beteiligt. Sie sollen auf dieser Seite speziell erwähnt werden.

Zunächst möchte ich mich beim Betreuer meiner Masterarbeit, ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn, für die fortwährende Unterstützung und das wertschätzende Feedback bedanken. Vielen Dank, dass Sie mir während des Forschungs- und Schreibprozesses alle Freiheiten ließen, mir aber trotzdem bei Problemen stets mit Rat und Tat zur Seite standen und jederzeit für mich erreichbar waren!

Ein weiterer Dank gilt allen SeminarteilnehmerInnen des Kurses *Fachdidaktische Forschung in Biologie und Umweltkunde*, sowie allen MitarbeiterInnen des AECC Biologie. Ihr/Sie habt/haben mir sehr geholfen, meine Vorstellungen in einer fachlich richtigen Art und Weise zu Papier zu bringen. Euer/Ihr Feedback war sehr wertvoll für mich und hat dazu beigetragen, die Arbeit zu dem werden zu lassen, was sie ist. Dafür ein herzliches Dankeschön!

Ein großer Dank gebührt der Neuen Mittelschule, die sich bereit erklärt hat, trotz der schwierigen Situation des neuerlichen Schulbeginns nach Corona an meiner Studie teilzunehmen. Ohne euch hätte ich mein Studium nicht so schnell abschließen können, da ein Verfassen meiner Masterarbeit im Sommersemester 2020 ohne eure Hilfe nicht möglich gewesen wäre. Speziell bedanken möchte ich mich bei der Direktion, die alle organisatorischen Hürden schnell und unbürokratisch gemeistert hat. Ein weiterer Dank gilt Frau Jagersberger. Herzlichen Dank, dass du mich während der in deinen Biologiestunden durchgeführten Intervention so tatkräftig unterstützt hast und mir deine Zeit und Expertise zur Verfügung gestellt hast! Außerdem möchte ich mich natürlich bei der 4. Klasse bedanken. Ihr wart mir wirklich eine große Hilfe bei der Durchführung meiner Studie. Danke, dass ihr so toll mitgemacht habt!

Ein ganz großes Dankeschön gebührt meinen Freunden, von denen einige auch gleichzeitig meine StudienkollegInnen sind/waren. Danke, dass ihr mich mit diversen Unternehmungen und aufmunternden Worten immer wieder vom Schreibstress abgelenkt und mir so oft Mut zugesprochen habt. Ihr seid damit ganz wesentlich an der Entstehung dieser Arbeit beteiligt. Ohne euch wäre meine

Studienzeit nur halb so schön gewesen. Danke, dass ihr die letzten sechs Jahre und darüber hinaus an meiner Seite wart!

Zum Schluss möchte ich mich natürlich auch bei meiner Familie bedanken. Mama und Papa, euch gebührt ein besonderer Dank, denn ohne euch hätte ich es gar nicht bis zu meinem Studienabschluss geschafft. Ihr habt mir so viel ermöglicht und ich bin euch sehr dankbar, dass ich aufgrund eurer Unterstützung bald meinen Traumberuf ausüben darf. Danke, dass ihr immer für mich da seid und mich immer unterstützt! Marlene und Stephanie, euch beiden danke ich dafür, dass ihr die besten Schwestern seid, die man sich vorstellen kann. Auch ihr habt mich während der stressigen Zeit des Schreibens an meiner Masterarbeit immer wieder aufgeheitert und mir gezeigt, dass es auch noch ein Leben außerhalb der Uni gibt. Danke! Den besten Großeltern der Welt danke ich für die vielen Besuche, die netten Gespräche und die aufmunternden Worte, die mir das Schreiben dieser Arbeit nur halb so mühsam erscheinen ließen. Ein ganz großes Dankeschön natürlich auch dem Rest meiner großen, chaotischen (Schwieger-)familie! Zu guter Letzt möchte ich mich natürlich bei meinem Verlobten Michael bedanken. Du hast nicht nur die Formatierung dieser Arbeit (an der ich verzweifelt bin) bravourös gemeistert, sondern bist nun schon seit fast zehn Jahren an meiner Seite und immer für mich da. Dafür bin ich ganz besonders dankbar, denn das ist nicht selbstverständlich. Ich danke dir!

Gaming, am 15.7.2020

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Forschungsinteresse	1
2. Theoretischer Rahmen und fachliche Klärung	3
2.1 „Litter-Trapper“-Pflanzen – Eine noch wenig erforschte Pflanzengruppe mit großem didaktischem Potential	4
2.1.1 Definition und Anpassungen	4
2.1.2 Arten der Nährstoffaufnahme	6
2.1.3 „Litter-Trapper“-Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien	7
2.2 Das Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion	10
2.2.1 Elemente der Didaktischen Rekonstruktion und ihre Verknüpfung	11
2.2.2 Umsetzung des Modells im Unterricht anhand ausgewählter Beispiele	15
2.3 Lernen an außerschulischen Orten	18
2.3.1 Wie ist außerschulischer Unterricht definiert und was sind seine Kennzeichen?	18
2.3.2 Gewinnbringende Aspekte außerschulischen Lernens	19
2.3.3 Negative Aspekte und Grenzen außerschulischen Lernens	22
2.3.4 Vor- und Nachbereitung, Durchführung am Lernort und Verbindung mit dem Klassenunterricht	23
2.3.5 Der Botanische Garten als außerschulischer Lernort	25
2.4 Evolution und wie sie im Unterricht gelehrt wird	26
2.4.1 Geschichtliche Überlegungen	26
2.4.2 Kernaspekte der Evolutionstheorie nach Charles Darwin	28
2.4.3 Schlussfolgerungen für den Biologieunterricht	31
2.5 Alltagsvorstellungen von SchülerInnen	36
2.5.1 Was sind Schülervorstellungen und wie werden diese erhoben?	36
2.5.2 Stand der Forschung – Wie verstehen SchülerInnen Evolution?	39
2.5.3 Die <i>Conceptual Change</i> -Theorie	50
3. Fragestellung und Forschungsdesign	55
4. Material und Methodik	59
4.1 Auswahl und Beschreibung der Stichprobe	59
4.2 Methodenwahl	62
4.2.1 Prä-Post-Fragebogen zur Erhebung von Schülervorstellungen	63
4.2.2 Leitfadengestützte Interviews	68
4.3 Durchführung der Intervention	76
4.3.1 Lernvideo zu „Litter-Trapper“-Pflanzen und Bastelanleitung	78
4.3.2 Aufstellen von Hypothesen und Basteln von Pflanzenmodellen in der Schule	79
4.3.3 Videokonferenz zur Experimentdurchführung, zum zweiten Basteldurchgang und zur Bearbeitung von Leitfragen zur Pflanzenevolution	82

5. Ergebnisse	88
5.1 Ergebnisse Online-Fragebogen	88
5.1.1 Begriff ‚Evolution‘	88
5.1.2 Begriff ‚Anpassung‘	92
5.1.3 Begriff ‚vorteilhaft‘	99
5.1.4 Wichtigkeit von Evolution für Pflanzen	101
5.1.5 Pflanzen mit speziellen Anpassungen.....	101
5.1.6 Aufbau von „Litter-Trapper“-Pflanzen.....	103
5.1.7 Entstehung des <i>litter trapping</i> (<i>Concept Cartoon</i>)	105
5.1.8 Interesse an diversen Aspekten des Biologieunterrichts	108
5.1.9 Zusammenschau	111
5.2 Ergebnisse Interviews	113
5.2.1 Geordnete Aussagen Leonie	113
5.2.2 Einzelanalyse Leonie	117
5.2.3 Geordnete Aussagen Elisabeth	121
5.2.4 Einzelanalyse Elisabeth	124
5.2.5 Geordnete Aussagen Markus	128
5.2.6 Einzelanalyse Markus	131
5.2.7 Generalisierende Analyse.....	135
6. Diskussion	141
7. Fazit und Ausblick	153
8. Literaturverzeichnis	156
9. Abkürzungsverzeichnis	162
10. Abbildungsverzeichnis.....	163
11. Tabellenverzeichnis.....	165
12. Zusammenfassung.....	166
13. Abstract.....	167
Anhang.....	I
Fragebogen	I
Codierleitfaden.....	V
Kategorisierte Schülerantworten des Fragebogens.....	XVI
Interviewleitfaden.....	XIX
Transkripte der Interviews.....	XXIII
Redigierte Aussagen der Interviews.....	XL
Während der Intervention verwendetes Material	XLVII

1. Einleitung und Forschungsinteresse

„Was du mir sagst, das vergesse ich.
Was du mir zeigst, daran erinnere ich mich.
Was du mich tun lässt, das verstehe ich“.

Konfuzius, 5. Jahrhundert

Mit diesem Zitat begann ich 2018 auch meine Bachelorarbeit, welche sich mit dem Thema des außerschulischen und entdeckenden Lernens und seinen Möglichkeiten im Botanischen Garten der Universität Wien auseinandersetzte. Die enorme Bedeutung des selbstständigen Handelns im Unterricht und der authentischen Erfahrungen im Fach Biologie und Umweltkunde war es auch, die mich schließlich dazu veranlasste, auch meine Masterarbeit diesen Thematiken zu widmen. Damit baut die vorliegende Arbeit auf der 2018 verfassten Bachelorarbeit auf und widmet sich der praktischen Ausführung der damals lediglich theoretisch geplanten Inhalte. Beide Arbeiten befassen sich intensiv mit dem botanischen Modellorganismus der sogenannten „Litter-Trapper“-Pflanzen. Hierbei handelt es sich um eine relativ unerforschte Pflanzengruppe aus dem tropischen Regenwald, deren Vertreter aufgrund spezieller morphologischer Anpassungen in der Lage sind, herabfallendes Laub auf ihren Blättern aufzufangen und aus dem sich daraus zersetzenden Humus überlebenswichtige Nährstoffe zu beziehen. Diese Anpassungen machen die Pflanzen von herkömmlichen Bodenwurzeln unabhängig, was vor allem im nährstoffarmen Boden des Regenwaldes einen entscheidenden Vorteil gegenüber nicht zum *litter trapping* fähigen Pflanzen darstellt (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 554ff.). „Litter-Trapper“-Pflanzen wurden bisher auf fachlicher Ebene nur von zwei Arbeitsgruppen (WEISSENHOFER, HUBER, WANEK & WEBER 2008 und ZONA & CHRISTENHUSZ 2015) erforscht. Fachdidaktische Arbeiten zum Nutzen dieser Pflanzengruppe für die Vermittlung bestimmter Unterrichtsinhalte existieren bisher noch nicht. Genau an diesem Punkt soll die vorliegende Arbeit ansetzen. Die speziellen Anpassungen von „Litter-Trapper“-Pflanzen an den Standort des tropischen Regenwaldes sollten im Rahmen eines entwickelten Lernangebots genutzt werden, um SchülerInnen einer 4. Klasse einer Neuen Mittelschule fachlich richtige Vorstellungen zu den Themen Anpassung und Evolution im Sinne einer

Conceptual Reconstruction näher zu bringen. Die geplante Intervention widmete sich dabei dem Aufstellen eigener Hypothesen zum Mechanismus des *litter trapping*, sowie dem Bau eigener Pflanzenmodelle und der Überprüfung der Hypothesen durch ein einfaches Experiment mit ebendiesen Modellen. Damit steht das geplante Lernangebot im Zeichen der Materialentwicklung und -optimierung, sowie der Durchführung eines einfach umzusetzenden Experiments, welches sich problemlos in den Biologieunterricht integrieren lässt. Aufgrund der aktuellen Problematik rund um das Coronavirus wurde die Intervention nicht im Botanischen Garten der Universität Wien, sondern in Kleingruppen direkt im Schulgebäude durchgeführt. Die Wirksamkeit des Lernangebots wurde im Rahmen einer mehrmonatigen Interventionsstudie getestet. Dazu wurden in erster Linie Schülervorstellungen zu den Themen Evolution und Anpassung (bei Pflanzen) erhoben, welche zu zwei verschiedenen Messzeitpunkten miteinander verglichen wurden. Es wurde hierbei auf die Anwendung einer Kombination qualitativer und quantitativer Methoden gesetzt, um eine verstärkte Aussagekraft der Ergebnisse trotz der relativ geringen ProbandInnenanzahl zu gewährleisten. Ziel des Lernangebots war es, den Lernenden durch die Arbeit mit „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihren speziellen Anpassungen einen Anhaltspunkt zu bieten, um etwaige vorhandene Fehlvorstellungen zum Thema Evolution zu überdenken und umzugestalten. Wie vielgestaltig diese bei den Lernenden vorhandenen Fehlvorstellungen sein können, zeigen zahlreiche frühere Erhebungen (PALMER 1996, CYPIONKA 2012, FENNER 2013, BRENNECKE 2014 u.a.). Der Rückgriff auf ein relativ unbekanntes, botanisches Thema sollte bei der Generierung fachlich richtiger Vorstellungen helfen, da bekannte zoologische Beispiele oft mit tief verankerten Fehlvorstellungen behaftet sind, welche sich im Rahmen eines einzigen Lernangebots oft nicht so einfach richtigstellen lassen. Der erste Teil der Arbeit widmet sich den zugrunde liegenden theoretischen Aspekten und stellt eine Zusammenfassung der wesentlichen zum Thema vorhandenen Literatur dar. In weiterer Folge soll dann die durchgeführte Interventionsstudie vorgestellt und deren Ergebnisse beschrieben und zur Diskussion gestellt werden.

2. Theoretischer Rahmen und fachliche Klärung

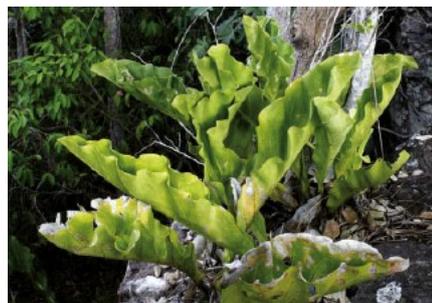
Das erste Kapitel der vorliegenden Arbeit soll dem Leser / der Leserin einen Überblick über die der nachfolgenden Forschungsarbeit zugrundeliegenden theoretischen Aspekte bieten. Es widmet sich sowohl fachlichen, als auch fachdidaktischen Kernkonzepten, die das thematische Grundgerüst für die durchgeführte Forschungsarbeit bilden. In den ersten Unterkapiteln sollen zum besseren Verständnis der Arbeit wichtige theoretische Aspekte und Modelle erörtert werden. So wird zu Beginn die Gruppe der „Litter-Trapper“-Pflanzen thematisiert (Kapitel 2.1), welche im Rahmen der durchgeführten Untersuchung als Anschauungsobjekt fungieren, um den teilnehmenden Lernenden Aspekte der Themen Evolution und Anpassungen näherzubringen. Es folgt ein Kapitel über das Konzept der Didaktischen Rekonstruktion (Kapitel 2.2), welche aufgrund der Einbeziehung von Schülervorstellungen in die Unterrichtsgestaltung für einen gelingenden und verständlichen Biologieunterricht unumgänglich ist. Auch das Lernen an außerschulischen Orten ist ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit, welchem ebenfalls ein Kapitel gewidmet wird (Kapitel 2.3). Die Evolutionstheorie und ihre fachlichen Kernaspekte sollen ebenso thematisiert werden wie die Einbettung von evolutionsbiologischen Themen in den Biologieunterricht (Kapitel 2.4). Das letzte Kapitel widmet sich schließlich dem Thema der Schülervorstellungen, mit besonderem Fokus auf bei Lernenden vorhandenen Präkonzepten zur Evolution und ihren Teilgebieten. Hierbei wird ein grober Umriss des aktuellen Forschungsstandes zum Thema Schülervorstellungen zu evolutionsbiologischen Themen skizziert (Kapitel 2.5). Ziel vorliegender Masterarbeit ist es, den SchülerInnen durch die Arbeit mit „Litter-Trapper“-Pflanzen fachlich richtige Vorstellungen zum Thema Evolution zu vermitteln und somit einen wichtigen Lernprozess zu ermöglichen. Aus diesem Grund ist auch eine kurze Thematisierung der *Conceptual Change*-Theorie im Rahmen der fachlichen Klärung unverzichtbar (Kapitel 2.5.3).

2.1 „Litter-Trapper“-Pflanzen – Eine noch wenig erforschte Pflanzengruppe mit großem didaktischem Potential

Zur Darstellung des folgenden Kapitels beziehe ich mich auf die von mir im Jahr 2018 verfasste, unveröffentlichte Bachelorarbeit¹, welche sich in umfassender Art und Weise mit den sogenannten „Litter-Trapper“-Pflanzen und deren Besonderheiten beschäftigt. Die Kernaussagen möchte ich hier noch einmal zusammenfassen, um dem Leser / der Leserin ein grundlegendes Verständnis dieser Pflanzengruppe zu ermöglichen. Für genauere und weitreichendere Informationen zum Thema verweise ich auf meine Bachelorarbeit und die darin zitierten Publikationen.

2.1.1 Definition und Anpassungen

Die Autoren ZONA & CHRISTENHUSZ (2015) definieren die Pflanzengruppe der „Litter-Trapper“, deren Vorkommen vorwiegend auf tropische Regionen und Regenwälder beschränkt ist, wie folgt:



„Litter-trappers can be defined as those plants, that by virtue of their growth habit and morphology, trap [...] falling debris [...] and use the nutrients derived from this detritus for their own growth“ (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 555).

Abbildung 1: *Anthurium affine* als Beispiel für morphologische Anpassungen der Stellung der Blätter an das *litter trapping* (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 557)

Besagte spezielle morphologische Anpassungen der Pflanzen (siehe z.B. Abbildung 1) ermöglichen ihnen das Sammeln von Blattlaubfall und damit eine ungewöhnliche und von herkömmlichen Bodenwurzeln unabhängige Art der Nährstoffaufnahme (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 554ff; zit. in HOLZGRUBER 2018, 3). Die Möglichkeit des *litter trapping* stellt somit bei terrestrischen „Litter-Trapper“-Pflanzen (TLTs) eine Anpassung an nährstoffarme Regenwaldböden dar, welche den sogenannten TLTs *„a competitive advantage over non-collecting plants that depend on nutrient uptake from the soil“* (WEISSENHOFER et al. 2008,

¹ Siehe: Holzgruber, L. (2018). *Pflanzen, die ihre eigenen Blumentöpfe bilden. „Litter-Trapper“-Pflanzen als Gegenstand der Durchführung eines Stationenbetriebs für SchülerInnen im botanischen Garten der Universität Wien*. Wien: Unveröffentlichte Bachelorarbeit.

144) verschafft. Der Großteil von „Litter-Trapper“-Pflanzen lebt jedoch epiphytisch (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 555) und kompensiert durch die Nährstoffaufnahme aus dem durch spezielle morphologische Strukturen gesammelten und sich rasch zersetzenden Blattlaubfall den Mangel an Nährstoffen, welcher aus dem fehlenden Kontakt zum Erdreich resultiert (WEISSENHOFER et al. 2008, 143; zit. in HOLZGRUBER 2018, 6). Die Strategie des *litter trapping* kann also bei epiphytischen Pflanzen als eine vorteilhafte Anpassung an ihre aufsitzende Lebensweise betrachtet werden.

In diverser Literatur werden „Litter-Trapper“-Pflanzen auch als humussammelnde Pflanzen bezeichnet, da sich das von ihnen gesammelte Material, welches nicht nur aus Blattlaubfall (*leaf litter*), sondern auch aus Zweigen, Blüten, Früchten und Ausscheidungen von Tieren besteht (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 555), rasch zu nährstoffreichem Humus zersetzt. Die im Humus enthaltenen Nährstoffe können dann von den Pflanzen aufgenommen und genutzt werden (WEISSENHOFER et al. 2008, 144; zit. in HOLZGRUBER 2018, 6).



Abbildung 2: *Licuala orbicularis* als Beispiel für eine terrestrische „Litter-Trapper“-Art mit lang-gestielten Blättern (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 558)

Die für „Litter-Trapper“-Pflanzen typische Architektur ist eine trichterförmige Blattrosette, die herunterfallendes Material sammelt und ins Innere zum Zentrum der Pflanze leitet (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 557). Im Wesentlichen werden zwei Blatttypen unterschieden:

„[...] kurz gestielte Blätter, die den Blattlaubfall im Zentrum der Pflanzenkrone halten und lang-gestielte Blätter, die den Blattlaubfall [...] zur Pflanzenbasis leiten, wo dann ein kleiner Haufen an angesammeltem Material den meist kurzen Stamm der Pflanze bedeckt“ (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 557; zit. in HOLZGRUBER 2018, 7).

Abbildung 2 zeigt *Licuala orbicularis*, eine „Litter-Trapper“-Art mit lang-gestielten Blättern, sowie das bereits an der Pflanzenbasis gesammelte und angehäuften Material.

2.1.2 Arten der Nährstoffaufnahme

Nachdem das von den „Litter-Trapper“-Pflanzen angesammelte Material von diversen Evertebraten mechanisch zerkleinert, von Destruenten konsumiert und mit Exkrementen von Lebewesen auf allen trophischen Ebenen angereichert wurde, stehen die aus dem Blattlaubfall freigesetzten Nährstoffe den Pflanzen zur Aufnahme zur Verfügung (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 577; zit. in HOLZGRUBER 2018, 11). Es existieren verschiedene Möglichkeiten der Nährstoffaufnahme²:

- **Nährstoffaufnahme durch Wurzeln im Boden:** Diese Art der Nährstoffaufnahme betrifft hochwüchsige Pflanzen, bei denen der angesammelte Blattlaubfall räumlich von der Wurzelzone getrennt ist. Die Nährstoffe werden über den Stamm vom *litter trapping organ*, also dem humussammelnden Bestandteil der Pflanze, zur Wurzelzone transportiert und dort wie bei nicht-sammelnden Pflanzen von den Wurzeln aufgenommen (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 577-578; zit. in HOLZGRUBER 2018, 11).
- **Nährstoffaufnahme durch sprossbürtige Wurzeln:** Sprossbürtige Wurzeln sind ein offensichtliches Indiz für die ungewöhnliche Art der Nährstoffaufnahme bei „Litter-Trapper“-Pflanzen. Sie entspringen den Nodien bzw. Internodien einer Pflanze, wachsen von dort direkt in den angesammelten Blattlaubfall und nehmen von dort Nährstoffe auf (ZONA & CHRISTENHUSZ 577-578; zit. in HOLZGRUBER 2018, 12).
- **Nährstoffaufnahme durch das Blattgewebe:** Die Nährstoffaufnahme mithilfe spezieller Trichome auf der Blattspreite oder an der Blattbasis konnte in mehreren Experimenten, beispielsweise bei Vertretern der Familien Bromeliaceae und Nepenthaceae, nachgewiesen werden. Zusätzlich bilden einige dieser Arten zudem sprossbürtige Wurzeln aus, welche älteren Blattachsen entspringen (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 578; zit. in HOLZGRUBER 2018, 12).

² Genauere Informationen sind auch hier der oben angeführten Bachelorarbeit zu entnehmen.

2.1.3 „Litter-Trapper“-Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien

Litter trapping findet sich bei Vertretern der verschiedensten Taxa. Folgende Tabelle, entnommen aus meiner Bachelorarbeit, soll exemplarisch einige dieser Taxa sowie deren Wuchsformen vorstellen. Für eine detaillierte und umfassende Auflistung verweise ich auf die zitierten Publikationen von ZONA & CHRISTENHUSZ (2015, 562-574) und WEISSENHOFER et al. (2008, 145).

Tabelle 1: Die häufigsten Pflanzenfamilien, in denen Arten vorkommen, die *litter trapping* betreiben, und die möglichen Wuchsformen von Litter-Trappern in dieser Verwandtschaft (HOLZGRUBER 2018, 14; abgeändert nach ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 562-574)

Familie	Mögliche Wuchsformen
Araceae (Aronstabgewächse)	terrestrisch oder epiphytisch oder beides, krautig
Arecaceae (Palmengewächse)	Palmen
Aspleniaceae (Streifenfarngewächse)	epiphytisch oder lithophytisch, krautig
Lecythidaceae (Topfruchtbaumgewächse)	Schopfbäume
Orchidaceae (Orchideengewächse)	epiphytisch
Polypodiaceae (Tüpfelfarngewächse)	epiphytisch oder terrestrisch und epiphytisch
Primulaceae (Primelgewächse, inkl. Theophrastaceae & Myrsinaceae)	Schopfbäume
Rubiaceae (Rötegewächse)	Schopfbäume

In den Pflanzensammlungen des Botanischen Gartens der Universität Wien finden sich drei prominente Taxa³, welche zum *litter trapping* fähig sind. Diese entstammen drei unterschiedlichen Gattungen aus drei unterschiedlichen Familien. Sie stehen auch im Rahmen durchgeführter Exkursionen und Interventionen mit Schulklassen im Botanischen Garten zur Verfügung und eignen sich hervorragend zur Thematisierung von Konzepten wie Artbildung und Evolution, da die Fähigkeit zu *litter trapping* in den Abstammungslinien aller drei Gattungen zu einer intensiven Artbildung und zu einer ausgedehnten räumlichen Verbreitung beigetragen hat (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 581; zit. in HOLZGRUBER 2018, 17). Die im Botanischen Garten der Universität Wien

³ Weitere in den Sammlungen befindliche potentielle Litter-Trapper, z.B. aus der Gattung *Pentagonia* (Rubiaceae), sind Bestandteile der Forschungssammlungen und stehen damit nicht für die Nutzung für publikumsorientierte Projekte zur Verfügung.

vorhandenen Vertreter der drei Gattungen *Platynerium*, *Clavija* und *Anthurium* werden im Folgenden in aller Kürze beschrieben.

Platynerium bifurcatum

Bei der Art *Platynerium bifurcatum* handelt es sich um einen epiphytisch wachsenden Farn (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 574) aus der Familie der Polypodiaceae, welcher im Tropenhaus des Botanischen Gartens der Universität Wien beispielsweise wachsend auf *Clusia valerii* (Clusiaceae) zu betrachten ist. Einige Vertreter der Gattung *Platynerium*, so unter anderem auch die im Botanischen Garten zugängliche Art *Platynerium bifurcatum*, verfügen über dimorphe, unterschiedlich gestaltete Blattpyten. Die sterilen Blätter der Pflanze sind rund (GRAF 1980, 1692) und wachsen aufrecht, was sie dazu befähigt, Blattlaubfall zwischen sich und der Trägerpflanze zu akkumulieren. Aus diesem gesammelten Material bezieht *Platynerium bifurcatum* mittels sprossbürtiger Wurzeln Nährstoffe (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 558; zit. in HOLZGRUBER, 2018, 15). Die morphologisch deutlich unterschiedlich gestalteten, fertilen Blätter der Pflanze (siehe Abbildung 3) sind meist grünlich-grau gefärbt, herabhängend und deutlich gelappt bzw. gegabelt (GRAF 1980, 1692). Sie sind die Hauptorgane für die Photosynthese sowie die Reproduktion (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 558; zit. in HOLZGRUBER 2018, 15).



Abbildung 3: Fertile, gegabelte Blätter von *Platynerium bifurcatum* (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien)

Clavija eggersiana



Abbildung 4: *Clavija eggersiana* in der typischen Wuchsform des Schopfbaumes (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien)

Clavija eggersiana gehört zur Familie der Primulaceae. ZONA & CHRISTENHUSZ (2015) erwähnen in ihrer Arbeit, dass alle 55 bekannten Arten der Gattung *Clavija* zum *litter trapping* fähig sind. Wie Abbildung 4 verdeutlicht, besitzt *Clavija eggersiana*, wie alle humussammelnden Vertreter der Primelgewächse, die Wuchsform des Schopfbaumes.

Anthurium sp.

Vertreter der Gattung *Anthurium* gehören zu der Familie der Araceae, welcher auch einige bekannte Vertreter von Zimmerpflanzen angehören. Ein Beispiel hierfür wäre die Flamingoblume (FISCHER, OSWALD & ADLER 2008, 1028-1029). Humussammelnde Vertreter der Gattung *Anthurium* wachsen entweder epiphytisch oder terrestrisch und besitzen meist kurze Stämme (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 557), was in Abbildung 5 gut ersichtlich ist.



Abbildung 5: Terrestrisch wachsende Pflanze aus der Gattung *Anthurium* (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien)

2.2 Das Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion

Der folgende Abschnitt widmet sich einem fachdidaktischen Konzept, welches als fundamental für gelingenden Biologieunterricht angesehen wird und in engem Zusammenhang mit dem Schwerpunktthema dieser Arbeit, den Schülervorstellungen, steht. Es handelt sich um das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, welches laut den Autoren KATTMANN, DUIT, GROPENGEIßER und KOMOREK (1997)

„[...] fachliche Vorstellungen, wie sie in Lehrbüchern und anderen wissenschaftlichen Quellen Ausdruck finden, mit Schülerperspektiven so in Beziehung [setzt], dass daraus ein Unterrichtsgegenstand entwickelt werden kann“ (KATTMANN et al. 1997, 3).

Auch in zahlreichen Diplomarbeiten von AbsolventInnen der Universität Wien ist das Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion ein zentraler theoretischer Aspekt. Exemplarisch erwähnt seien die Diplomarbeiten von Helene BAUER⁴ (2017) oder Jaqueline SCHEIBSTOCK⁵ (2014). Letztere zitiert den Entwickler des Modells, Ulrich KATTMANN, wenn sie schreibt: *„Es gilt Wissenschaft und Pädagogik miteinander zu verbinden und dadurch für die Praxis brauchbar zu machen“* (KATTMANN, 2007, 93; zit. in SCHEIBSTOCK 2014, 16). Damit steht das Modell der Didaktischen Rekonstruktion auch in engem Zusammenhang mit der von SCHEUCH (2013) in seiner Dissertation beschriebenen Verbindung zwischen dem sogenannten *subject matter knowledge*, also dem Fachwissen einer Lehrkraft, und dem *pedagogical content knowledge*, dem Wissen über inhaltsbezogene Lehrstrategien und der adäquaten Vermittlung von Unterrichtsinhalten. Besondere Bedeutung misst SCHEUCH (2013) hier letzterem Lehrkraftwissen bei, welches er als jenes Wissen bezeichnet, *„[...] das einen Biologielehrer von einem Fachbiologen unterscheidet“* (SCHEUCH 2013, 21). Das folgende Kapitel dieser Arbeit soll nun jedoch nicht auf besagtes *PCK* eingehen, sondern sich näher mit

⁴ BAUER (2017) analysierte im Rahmen ihrer Diplomarbeit ein Unterrichtskonzept, welches basierend auf dem Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion entwickelt wurde. Die Verfasserin arbeitete sechs Big Ideas aus, die fundamental sind, um den Lernenden das Thema Evolution möglichst gewinnbringend näherzubringen.

⁵ SCHEIBSTOCK (2014) erhob im Rahmen ihrer Diplomarbeit Präkonzepte von Lernenden zum Thema Evolution. Die Ergebnisse ihrer Studie decken sich zum Teil mit den in Kapitel 2.5.2 dieser Arbeit angeführten Schülervorstellungen (z.B. Teleologie, fehlendes Verständnis von genetischer Variation).

den Inhalten und Elementen der Didaktischen Rekonstruktion beschäftigen, sowie deren Umsetzung im Biologieunterricht beleuchten.

2.2.1 Elemente der Didaktischen Rekonstruktion und ihre Verknüpfung

KATTMANN et al. (1997) weisen in ihrer Arbeit darauf hin, dass Inhalte des Schulunterrichts nicht bereits vom jeweiligen Wissenschaftsbereich vorgegeben sind, sondern unter Einbeziehung fachdidaktischer Aspekte erst hergestellt, also didaktisch rekonstruiert, werden müssen. Es ist Biologielehrkräften und FachdidaktikerInnen weitgehend bekannt, dass Aspekte eines bestimmten Wissenschaftsbereiches nicht einfach unverändert in den Biologieunterricht übernommen und den Lernenden vermittelt werden können (GROPENGLIEßER & KATTMANN 2013, 19). Es bedarf hier des Prozesses der Didaktischen Rekonstruktion, welcher nicht mit einer bloßen Vereinfachung wissenschaftlicher Inhalte für den Unterricht gleichgesetzt werden darf. Die Autoren KATTMANN et al. (1997) legen großen Wert auf die Tatsache, dass das didaktische Rekonstruieren eines Unterrichtsgegenstandes wesentlich mehr umfasst, als eine didaktische Reduktion desselben. Mit dem Begriff der Reduktion meinen sie das Auswählen bestimmter Aspekte aus einem wissenschaftlichen Bereich, um einen angemessenen Umfang für den Unterricht herzustellen (KATTMANN et al., 1997, 4). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, anschaulich abgebildet in Abbildung 6, besteht aus drei wesentlichen Elementen (KATTMANN 2007; Großengießer & KATTMANN 2013):

- **Fachliche Klärung:** Erkenntnisse, Methoden, Theorien und Termini der Fachwissenschaftler
- **Erhebung von Lernerperspektiven bzw. Lernpotenzial-Diagnose:** Kenntnisse, Fertigkeiten, Verständnisse, Kompetenzen der Lernenden
- **Didaktische Strukturierung:** Design von Lernangeboten, Lernumgebungen und Lernsequenzen durch Lehrende

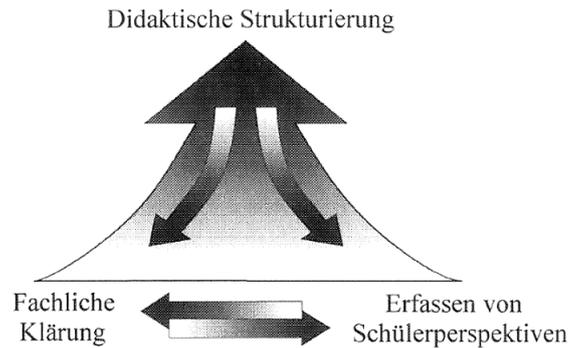


Abbildung 6: Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, bestehend aus drei sich wechselseitig beeinflussenden Elementen (KATTMANN et al. 1997, 4)

Besagte drei Elemente werden als „fachdidaktisches Triplet“ (GROPENGEIßER & KATTMANN 2013, 16) bezeichnet. Es ist wichtig, diese drei Aufgaben nicht unabhängig voneinander in einer linearen Abfolge zu erledigen, sondern sie in einem rekursiven Vorgehen (GROPENGEIßER 2008, 172) eng aufeinander zu beziehen. KATTMANN (2016) schreibt:

„Die Alltagsvorstellungen [der Lernenden] werden zu fachlich geklärten wissenschaftlichen Vorstellungen in Beziehung gesetzt, um auf dieser Basis lernförderliche, didaktisch rekonstruierte Unterrichtsvorschläge zu machen“ (KATTMANN 2016, 15).

Aus diesem Zitat geht hervor, dass das Erheben von Schülervorstellungen und deren Nutzbarmachung für den Biologieunterricht einen wesentlichen Aspekt der Didaktischen Rekonstruktion darstellt. Die Bezugnahme des Modells der Didaktischen Rekonstruktion auf Alltagsvorstellungen von SchülerInnen, welche zur Konstruktion von Unterrichtsvorschlägen herangezogen werden, erklärt nun auch die Wichtigkeit dieses Modells für die vorliegende Arbeit. Zusammengefasst lässt sich also sagen, dass durch die Didaktische Rekonstruktion die Vermittlung von Wissen und damit verbundene pädagogische Aspekte in ein Gleichgewicht gebracht werden. Damit fokussiert sie sich also nicht allein auf fachliche oder erziehungswissenschaftliche Aspekte, sondern behandelt fachliche Konzepte und Schülervorstellungen gleichwertig (KATTMANN 2007, 93-94; KATTMANN et al. 1997, 6). Die Verbindung von Pädagogik und Wissenschaft erlaubt nun die Nutzbarmachung des Konzeptes für die Gestaltung von Unterrichtsvorschlägen, welche über eine bloße Vereinfachung wissenschaftlicher Sachverhalte hinausgehen und dabei die Vorstellungen und Ansichten der SchülerInnen fest im

Blick behalten. Im Folgenden seien die drei Elemente der Didaktischen Rekonstruktion dargestellt und erläutert:

Fachliche Klärung

Fachliche Klärung bezeichnet den Prozess, fachwissenschaftliche Erkenntnisse zu strukturieren und fachdidaktisch adäquat darzustellen, sowie wissenschaftliche Theorien unter Vermittlungsabsicht methodisch kontrolliert zu untersuchen (KATTMANN et al. 1997, 11). Dieser Vorgang ist der Tatsache geschuldet, dass fachwissenschaftliche Termini und Theorien trotz ihrer Unverzichtbarkeit für die Planung und Durchführung einer Unterrichtseinheit nicht einfach unreflektiert in den Schulunterricht übernommen werden können. Fachliche Darstellungen in Lehr- und Schulbüchern bedürfen stets einer Analyse durch die Lehrenden, da sie teilweise persönliche Sichtweisen enthalten bzw. historische Verständnisse zu kurz kommen lassen (KATTMANN et al. 1997, 11). Gegenstand der Untersuchung sind Quellen und Dokumente, die Äußerungen von WissenschaftlerInnen enthalten, wie z.B. Originalveröffentlichungen oder Lehrbuchtexte (KATTMANN 2007, 95). KATTMANN et al. (1997; 2007) führt für jedes Element der Didaktischen Rekonstruktion einige wichtige Fragen an, welche vor der Abhandlung besagten Elements zu klären sind. Im Rahmen der fachlichen Klärung sind exemplarisch folgende Fragen zu beachten:

- Welche fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zu dem jeweiligen Bereich vor?
- Welche wissenschaftlichen Positionen sind erkennbar?
- Welche gesellschaftlichen und ethischen Implikationen sind mit den wissenschaftlichen Vorstellungen verbunden?
- Wo werden bereichsspezifische Erkenntnisse in Form einer Grenzüberschreitung auf andere Bereiche übertragen?

Analyse von Lernpotenzial und Erfassen von Lernerperspektiven

In Form einer empirischen Erhebung werden alle Vorstellungen von SchülerInnen zu einem bestimmten Thema erhoben. Die Erhebung bezieht sich hier nicht nur auf das Fachwissen der Lernenden (KATTMANN 2007, 95), sondern vor allem auf

deren Konzepte, Begriffe und Denkfiguren bezüglich eines bestimmten zu vermittelnden Sachverhaltes (KATTMANN et al. 1997, 11). Die so erhobenen Schülervorstellungen sind ein wichtiger Ausgangspunkt eines jeden Lernprozesses und nicht zwingend als Fehlvorstellungen einzuordnen⁶. Die Methoden zur Erhebung von Schülervorstellungen orientieren sich stets am Erkenntnisinteresse der jeweiligen Forschung⁷. Meist wird in diesem Rahmen auf offene Interviews oder Fragebögen zurückgegriffen (KATTMANN et al. 2007, 12). Folgende Fragen gilt es bei der Erhebung von Alltagskonzepten zu bedenken (KATTMANN et al. 1997, 12; KATTMANN 2007, 96):

- Welche Vorstellungen haben SchülerInnen zu einem bestimmten Thema?
- Welche Erklärungsmuster und Wertungen wenden sie an?
- Welche Bedeutungen werden zentralen Fachwörtern zugewiesen?
- Welche Erfahrungen liegen den Schülervorstellungen zugrunde?
- Welche Vorstellung haben Lernende von Wissenschaft?

Didaktische Strukturierung

Wie schon erwähnt, bilden die fachliche Klärung und die Erhebung von Schülervorstellungen die Basis für die Konstruktion von erfolgsversprechendem Unterricht. Ziel ist es, durch den wechselseitigen Vergleich von fachwissenschaftlichen Vorstellungen und jenen der Lernenden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den fachlichen Erkenntnissen sowie den Alltagsvorstellungen der Lernenden festzustellen (KATTMANN et al. 1997, 12-13). Die in der fachlichen Klärung analysierten wissenschaftlichen Aussagen sollen durch die Bezugnahme auf die zuvor erhobenen Schülervorstellungen adäquat vermittelt werden (KATTMANN 1997, 13). Die erhobenen Schülervorstellungen, sowie die fachliche Klärung der Unterrichtsinhalte führen zu differenzierten Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen für den Unterricht (KATTMANN, 2007, 96). Zu

⁶ Eine genauere Darstellung findet sich in Kapitel 2.5.1, welches sich intensiver mit dem Thema Schülervorstellungen auseinandersetzt.

⁷ Auch auf die Erhebung von Schülervorstellungen und adäquate Methoden wird in Kapitel 2.5.1 noch genauer Bezug genommen.

klärende Fragen im Rahmen der didaktischen Strukturierung von Unterricht sind folgende (KATTMANN et al. 1997, 12; KATTMANN 2007, 96-97):

- Welche Elemente der Alltagsvorstellungen von SchülerInnen müssen im Unterricht berücksichtigt werden?
- Welche unterrichtlichen Möglichkeiten eröffnen sich aus dem Vergleich der Vorstellungen von Wissenschaftlern und Schülern?
- Welche Schülerperspektiven sind bei der Vermittlung von Fachtermini zu beachten?
- Welche Denkwerkzeuge können für ein fruchtbares Lernen nützlich sein?

2.2.2 Umsetzung des Modells im Unterricht anhand ausgewählter Beispiele

Die Kernaspekte der Didaktischen Rekonstruktion sind zusammengefasst nun folgende: die fachliche Klärung von Unterrichtsinhalten unter einem didaktischen Vermittlungsaspekt, die Annahme von Schülervorstellungen als notwendige Anknüpfungspunkte des Lernens und das Nutzen beider Aspekte für eine didaktische Strukturierung von Unterricht (KATTMANN et al. 1997, 14-15). Doch wie sieht die Umsetzung all dieser Aspekte in der Praxis aus? Zur Klärung dieser Frage werden in diesem Kapitel drei konkrete Unterrichtsbeispiele angeführt, welche im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion umgesetzt wurden.

Beispiel Wasser (KATTMANN et al. 1997, 5)

Die angemessene Vermittlung des Themas Wasser im Chemieunterricht bedarf im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion zunächst einer fachlichen Klärung des Terminus Wasser. Im Rahmen dieser fachlichen Klärung kommt es zur Analyse des Konzeptes Wasser als Reinstoff, welcher sich von dem den Lernenden aus ihrer Lebenswelt bekannten Wasser als Trinkwasser, Salzwasser oder Süßwasser unterscheidet. Der Didaktischen Rekonstruktion kommt nun die Funktion zu, die Besonderheit der chemischen Sichtweise von Wasser herauszuarbeiten und mit den zuvor erhobenen Alltagskonzepten der Lernenden von Wasser in Beziehung zu setzen. Hierbei ist eine terminologische Klärung unumgänglich, im Rahmen derer der Reinstoff Wasser von lebensweltlichen Formen des Wassers unterschieden wird. Der chemische Reinstoff H₂O ist also

nicht gleichzusetzen mit dem Wasser des alltäglichen Lebens, wie beispielsweise dem Leitungswasser. Durch eine Verknüpfung der lebensweltlichen Erfahrung der SchülerInnen mit den fachlichen Aussagen wird das Konzept vom Reinstoff Wasser in die Alltagserfahrung integriert. Ein in dieser Unterrichtseinheit vermitteltes Konzept könnte folgendermaßen lauten:

„Diejenige Komponente, die die Chemiker als Reinstoff Wasser (H₂O) bezeichnen, ist in allen Wässern verschiedener Qualitäten und unterschiedlicher Herkunft dieselbe“ (KATTMANN et al. 1997, 5).

Beispiel Tiere ordnen (KATTMANN 2016, 16)

KATTMANN (2016) beschreibt die Tatsache, dass Schulbücher der 5. und 6. Schulstufe dazu tendieren, Wirbeltiere nach Merkmalen in systematische Gruppen einzuteilen. Erhebt man jedoch die Vorstellungen der SchülerInnen zum Ordnen der verschiedenen Tiergruppen, so erhält man völlig andere Ergebnisse. Die Lernenden tendieren dazu, Wirbeltiere nach ihren Lebensräumen (Wasser, Land, Luft) und Fortbewegungsarten (Schwimmen, Fliegen, Kriechen) zu sortieren. Dieses angebliche Lernhindernis kann durch Anwendung des Prinzips der Didaktischen Rekonstruktion in ein Lernpotenzial umgewandelt und im Unterricht genutzt werden. So zeigt sich durch die fachliche Klärung, dass die erhobenen Schülervorstellungen fachlich nicht unrichtig sind, da das merkmalsorientierte Ordnen von Tieren ohne evolutionstheoretische Begründung nicht erklärbar wäre. Im Rahmen der didaktischen Strukturierung des Unterrichts wird nun ein Evolutionsgedanke eingeführt und es wird darauf Bezug genommen, dass die Wirbeltiere im Lauf ihrer Geschichte vom Wasser her das Land besiedelt haben. Auf diese Weise können wissenschaftliche Vorstellungen, also der Aspekt der Evolution der Wirbeltiere, und Schülervorstellungen, also das Ordnen der Tiere nach ihren Lebensräumen, konstruktiv miteinander verbunden werden.

Beispiel Evolution und Genetik (KATTMANN 2007, 102-103)

Die Wichtigkeit, Genetik im Kontext von Evolution zu unterrichten, zeigt sich anhand spezifischer Schülervorstellungen zu beiden Themen. Während die Lernenden im Kontext von Genetik die Gene als konstant und unveränderlich

wahrnehmen, wird während des Unterrichts von Evolution angenommen, dass eine direkte Veränderung der Gene durch Einsicht der betroffenen Individuen bewirkt werden kann (siehe auch BAALMANN et al. 2004, 19). Um Vorstellungen wie diese im Sinne eines *Conceptual Change*⁸ richtigzustellen, bedarf es einer didaktischen Strukturierung des Unterrichts, basierend auf einer vorangegangenen fachlichen Klärung und einer Erhebung von Schülervorstellungen. Es werden nun Unterrichtssequenzen gestaltet, welche die gegensätzlichen Vorstellungen der SchülerInnen durch zusammenhängendes Unterrichten der Themen Evolution und Genetik zusammenbringen. Auf diese Weise wird den SchülerInnen ein Lernen am eigenen Widerspruch ermöglicht. Die Verbindung von Genetik- und Evolutionsunterricht wird von BAALMANN et al. (2004) als wesentlich angesehen, um den Lernenden ein korrektes Verständnis von Vererbung und evolutionärem Wandel zu ermöglichen. Den Autoren zufolge ist es sinnlos, genetische vor evolutionstheoretischen Themen zu unterrichten und darauf zu hoffen, dass der Genetikunterricht einen Grundstein für ein besseres Verständnis von Evolution legt. Die Wirklichkeit zeigt nämlich ein anderes Bild: „*Die nicht evolutionär unterrichtete Genetik hat als Vorbereitung auf das Thema Evolution eine kontraproduktive Wirkung*“ (BAALMANN et al. 2004, 19), da von den SchülerInnen im Genetikunterricht Gene häufig als konstant wahrgenommen und nicht in Bezug zu Themen wie Mutation gestellt werden, die für den Unterricht von Evolution jedoch von größter Relevanz sind.

⁸ Der *Conceptual Change* wird im Kapitel 2.5.3 noch detaillierter dargestellt werden.

2.3 Lernen an außerschulischen Orten

Das folgende Kapitel dieser Arbeit widmet sich der Bedeutung, dem Potential und den Grenzen außerschulischen Unterrichts und wird mit einigen Worten über das außerschulische Lernen in Botanischen Gärten abgeschlossen. Auch wenn die vorliegende Forschungsarbeit aufgrund der weltweiten Corona-Pandemie nicht wie geplant an einem außerschulischen Lernort, also im Botanischen Garten der Universität Wien, durchgeführt werden konnte, so soll das außerschulische Unterrichten trotzdem in diesem Kapitel aufgeführt werden, um ein Grundgerüst für eventuell an die vorliegende Arbeit anschließende Masterarbeiten zu bilden.

2.3.1 Wie ist außerschulischer Unterricht definiert und was sind seine Kennzeichen?

MAYER (2013) betont die Tatsache, dass es für außerschulischen Unterricht keine allgemein gültige Terminologie gibt. Er setzt die Bezeichnung Exkursion im Sinne von Lehrausgang und Freilandunterricht mit außerschulischem Unterricht gleich und verweist auf die oft synonyme Verwendung dieser Begriffe (MAYER 2013, 430). GROPENGLIEßER, KATTMANN und KRÜGER (2010) sehen außerschulische Lernorte insbesondere für den Biologieunterricht als sinnvolle Ergänzung des traditionellen Schulunterrichts an. Sie definieren das Lernen an außerschulischen Orten als Unterricht, der *„[...] in einer informellen Lernumgebung stattfindet, die sich u.a. durch ein Erkundungsangebot, unmittelbare Erfahrungen, Kommunikation mit Experten sowie Authentizität auszeichnet“* (GROPENGLIEßER et al. 2010, 116; zit. in HOLZGRUBER 2018, 18). Besagte Authentizität wird von MAYER (2013) besonders hervorgehoben, da er in außerschulischen Lernorten das Potential sieht, authentische Kontexte (z.B. Einblicke in biologische Berufsfelder) vor Ort anschaulich zu erleben. ESSLINGER-HINZ und SLIWKA (2011) definieren außerschulisches Lernen als Erkundungslernen, bei dem außerhalb des Schulgebäudes liegende Lernorte aufgesucht und mit allen Sinnen erfahren werden. So kann zuvor theoretisch erlerntes Wissen durch die SchülerInnen überprüft und gegebenenfalls durch eigene Erfahrungen erweitert werden (ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 127).

An welchen Orten außerhalb des Schulgebäudes kann im Rahmen außerschulischen Unterrichts gelernt werden? GROPENGLIEßER et al. (2010) führen Natur- und Umweltzentren (Nationalparkhaus, Umweltstation), didaktisch aufbereitete Lebensräume (Wald, Wiese, Gewässer), Produktions- und Dienstleistungsbetriebe (Bauernhof, Forstamt, Molkerei, Kläranlage), Schülerlabore (Science Center) und biologische Sammlungen (botanischer Garten, Tierpark, Museum) als außerschulische Lernorte an. MAYER (2013) ergänzt die Liste noch mit Naturheimen (Schulland- und Jugendwaldheime) und Kinderuniversitäten. Eine organisatorisch weniger aufwändige Möglichkeit für außerschulisches Lernen bietet sich durch auf dem Schulgelände abgehaltene Unterrichtsstunden. HOFFMANN (2009) erwähnt hier beispielsweise die Entnahme und Analyse von Gewässerproben aus dem Schulteich, sowie die Beobachtung im Schulgarten vorkommender Tierarten (HOFFMANN 2009, 50).

Sabrina MAYRHOFER (2016) führte im Rahmen ihrer Diplomarbeit eine klein angelegte Studie durch, welche außerschulische Lernorte aus der Sicht von BiologielehrerInnen thematisiert. Die Stichprobe bestand aus drei Lehrpersonen, welche den Begriff des außerschulischen Lernorts in ähnlicher Weise definieren (MAYRHOFER 2016, 61) und deren Aussagen damit auch den in der Fachliteratur angeführten Definitionen von Lernorten entsprechen: *„Genannt wurden sowohl Bildungseinrichtungen (Museen, Volkshochschulen, etc.) als auch freie Lernorte wie verschiedene Lebensräume (Sammelbegriff Natur, Wiese, Wald, Park)“* (MAYRHOFER 2016, 61). Laut MAYRHOFER (2016) gaben die befragten Lehrenden an, jeweils zwischen drei und zehn der genannten außerschulischen Lernorte pro Jahr mit ihren Schulklassen aufzusuchen.

2.3.2 Gewinnbringende Aspekte außerschulischen Lernens

VIERLINGER (1997) betont die Wichtigkeit einer emotionalen Verbundenheit mit der Natur, in welcher er eine wirksame Motivations- und Energiequelle sieht. Eine solche Verbundenheit kann im Regelunterricht meist nicht erreicht werden. Die Motivation von SchülerInnen, welche sie aus den Besuchen außerschulischer Lernorte ziehen, ist eine zentrale Einflussvariable in allen Lernprozessen. Sie beeinflusst, mit welchen Zielen ein Lernender/eine Lernende an einen bestimmten Lernprozess herangeht und was diesen Lernprozess am Laufen hält

(ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 92). MAYER (2013) fasst besagten Sachverhalt wie folgt zusammen:

„Naturbezogene Lernerfahrungen im Freiland werden von den Lernenden als motivierend und Interesse fördernd wahrgenommen. Dies kann sich positiv auf den Lerngegenstand [...] auswirken“ (MAYER 2013, 438).

Auch die von MAYRHOFER (2016) befragten Lehrpersonen sehen die Interessensentwicklung als wichtiges Potential außerschulischer Lernorte an. Bei den ProbandInnen der Studie standen demnach konkrete, inhaltliche Wissenszuwächse weniger im Fokus als affektive Lernziele, wie beispielsweise das Fördern von Interesse (MAYRHOFER 2016, 62). Als weitere positive Aspekte außerschulischer Lernorte wurden von den befragten Lehrpersonen die Abwechslung und neue Möglichkeiten des Lernens, die Unterstützung von Eigenverantwortlichkeit und Selbstbestimmung, soziales Lernen durch gemeinschaftliches Arbeiten und die Möglichkeit neuer und einzigartiger Erfahrungen, welche im Rahmen normalen Klassenunterrichts aufgrund begrenzter Ressourcen nicht denkbar wären, erwähnt (MAYRHOFER 2016, 62).

All diese Aspekte greift auch MAYER (2013) auf. Der Autor sieht außerschulischen Unterricht als vielseitige Möglichkeit an, um über den herkömmlichen Klassenunterricht hinausgehende Erfahrungen zu machen (MAYER 2013, 433). Erwähnt werden hier beispielsweise *„originale Begegnungen“* (MAYER 2013, 434) mit biologischen Phänomenen und Objekten, welche im Rahmen außerschulischen Lernens von den SchülerInnen mit allen Sinnen begriffen werden können, während besagte Phänomene im Klassenunterricht ausschließlich in isolierter Form behandelt werden können (MAYER 2013, 433-434). Lernen an außerschulischen Orten bietet jedoch nicht nur fachliche Vorteile, sondern fördert durch seine offene Sozialform auch besondere Formen der Zusammenarbeit unter den Lernenden. Durch das Auflösen des normalen Klassenverbandes und die ungezwungene Arbeitsatmosphäre kann außerschulischer Unterricht zu einem wichtigen gemeinschaftlichen Erlebnis für die Klasse werden (MAYER 2013, 433-434). Des Weiteren spielen Handlungsorientierung und selbstständiges Arbeiten beim außerschulischen Lernen eine wichtige Rolle (MAYER 2013, 434). ESSLINGER-HINZ und SLIWKA definieren das Konzept der Handlungsorientierung als ein Prinzip, welches zu

einem hohen Maß an Schüleraktivierung führt (ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 126). Im Rahmen der Handlungsorientierung übernehmen die Lernenden selbst die Verantwortung für ihren Lernprozess. Eng mit eben beschriebenem Konzept verbunden ist das entdeckende Lernen, welches eine der wichtigsten Grundlagen für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung bildet:

„Entdeckendes Lernen basiert auf der Grundannahme, dass Schüler/innen am besten lernen, wenn sie eigene Fragen an einen bestimmten Unterrichtsgegenstand richten und diese durch eigene Überlegungen, Hypothesenbildung, Recherchen und gegebenenfalls Experimente zu klären versuchen“ (ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 126).

Die Lehrperson fungiert im Rahmen des entdeckenden Lernens nicht mehr als ausschließliche/r WissensvermittlerIn, sondern bereitet sorgfältig eine Lernumgebung vor und unterstützt die Lernenden bei der Bearbeitung von Problemen. Die SchülerInnen werden zu „*kleinen Wissenschaftler/innen*“ (ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 126), welche neues Wissen selbstständig erkunden und entdecken (ESSLINGER-HINZ & SLIWKA 2011, 126). Ein letzter, wesentlicher Faktor sind die positiven Effekte außerschulischen Lernens auf die Umwelteinstellungen der Lernenden und ihre Bereitschaft zu umweltbewusstem Handeln (MAYER 2013, 438-439). Am Anfang jeder umweltbewussten Handlung steht die Wahrnehmung einer potentiellen Bedrohung für die Umwelt (UNTERBRUNER 2013, 186). Ebendiese Bedrohungswahrnehmung kann durch den Besuch außerschulischer Lernorte wesentlich besser erfolgen als im Klassenzimmer.

Zuletzt sei die Tatsache erwähnt, dass vor allem weniger leistungsfähige SchülerInnen durch Exkursionen besser gefördert werden können als durch Klassenunterricht (MAYER 2013, 439). Hierfür sehe ich zwei Gründe, welche so auch in der Literatur zu finden sind. Zum einen rücken die Lehrpersonen während des außerschulischen Lernens in ihrer Position als WissensvermittlerInnen in den Hintergrund. Durch den Einsatz von Experten und das selbstregulierte Arbeiten der SchülerInnen werden die Lehrenden oft selbst zu Lernenden und rücken diesen damit näher als im regulären Klassenunterricht (MAYER 2013, 433). Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass die Lehrperson sich intensiver mit weniger leistungsfähigen Lernenden auseinandersetzen und auf deren Fragen

wesentlich besser eingehen kann als im Regelunterricht. Zum anderen eröffnet der Besuch eines außerschulischen Lernortes leistungsschwachen Lernenden, die oftmals aus bildungsfernen Schichten kommen, neue Wissensperspektiven und ermöglicht diesen eine Horizonterweiterung (MAYRHOFER 2016, 64). Die von MAYRHOFER (2016) befragten Lehrenden erwähnen allerdings auch den Wert außerschulischen Lernens für leistungsstarke SchülerInnen, welchen durch Aufgaben mit höherem Anforderungspotential eine tiefergreifendere Auseinandersetzung mit einem bestimmten Thema ermöglicht wird (MAYRHOFER 2016, 64).

2.3.3 Negative Aspekte und Grenzen außerschulischen Lernens

Organisatorische Schwierigkeiten stellen eine wesentliche Herausforderung außerschulischen Lernens dar (KARPA, LÜBBECKE & ADAM 2015, 5). Auch MAYER (2013) betont, dass *„der Vorbereitungsaufwand zum Besuch außerschulischer Lernorte [...] pro Zeiteinheit höher [ist] als beim üblichen Klassenraumunterricht“* (MAYER 2013, 434). Er stellt in seinem Text eine umfassende Checkliste zur Vorbereitung einer Exkursion zusammen, welche ich in meiner Bachelorarbeit in gekürzter Form angeführt habe und auch in vorliegender Arbeit darstellen möchte. Folgende Punkte sind also bei der Planung eines Lehrausgangs zu beachten (MAYER 2013, 435; zit. und verändert in HOLZGRUBER 2018, 20-21):

- Wie lange soll der außerschulische Unterricht dauern (eine Unterrichtsstunde, mehrere Tage)?
- Wie hoch sind die Kosten (Geld, das von SchülerInnen für den Ausflug aufgewendet werden muss)?
- Wie ist die Anreise zu gestalten (Bus, Bahn, Auto)?
- Welche Räumlichkeiten stehen am Lernort zur Durchführung des geplanten Unterrichts zur Verfügung?
- Wird Unterricht durch ExpertInnen angeboten? Können sich diese am geplanten Unterricht in irgendeiner Form beteiligen?
- Welche Jahreszeit eignet sich am besten für ein bestimmtes Thema?
- Welche Ausrüstung ist von den Lernenden mitzubringen bzw. welche Ausrüstung steht am Lernort zur Verfügung?

- Welche Lernaufgaben und Arbeitsaufträge müssen vorbereitet werden?
- Wie sollen die Schülerleistungen evaluiert werden?
- Wie soll die Vor- und Nachbereitung des Ausfluges (im Klassenraum) erfolgen?

GROPENGLIEßER et al. (2010) erwähnen noch die Notwendigkeit einer Vorexkursion an den ausgewählten Lernort, um dessen Rahmenbedingungen vor einer genaueren Planung des Lehrausganges kennenzulernen. Einige der von MAYER (2013) erwähnten Punkte werden auch von den von MAYRHOFER (2016) befragten Lehrkräften aufgegriffen und vertieft. So betont eine Probandin explizit die aufwändige Organisation einer Exkursion, welche sich mit dem bei Lehrkräften ohnehin schon vorhandenen Zeitmangel kaum koordinieren ließe (MAYRHOFER, 2016, 63). Eine weitere Probandin sieht beim außerschulischen Lernen und seinen offenen Arbeitsaufträgen insbesondere das Problem der Leistungsfeststellung, in welcher viele Lehrkräfte die Gefahr des Attraktivitätsverlustes eines außerschulischen Lernortes befürchten (MAYRHOFER 2016, 63). Führe man besagte Leistungsfeststellung allerdings aus diesem Grund gar nicht durch, seien laut den befragten Lehrpersonen Beschwerden seitens der Eltern zu befürchten (MAYRHOFER 2016, 63).

2.3.4 Vor- und Nachbereitung, Durchführung am Lernort und Verbindung mit dem Klassenunterricht

Gerade da Lernen an außerschulischen Orten mit einem erhöhten Organisations- und Zeitaufwand verbunden ist, stellt sich die Frage, durch welche Art der Vor- und Nachbereitung das außerschulische Lernen möglichst effektiv gestaltet werden kann (MAYER 2013, 438). Zunächst einmal sind hier die kurz- und die langfristige Vorbereitung voneinander zu unterscheiden. Im Rahmen der langfristigen Vorbereitung werden die Rahmenbedingungen eines Lernortes evaluiert. Hierzu zählt auch die schon erwähnte Vorexkursion (MAYER 2013, 434-435). Außerdem sollten in diesem Zeitraum genaue Absprachen mit den ExpertInnen stattfinden, um sich über die verfügbare Zeit und die verwendeten Methoden zu beraten. Auch die Unterrichtung der Lernenden, welche auf den Lehrausgang gut vorbereitet werden sollen, zählt zur langfristigen Vorbereitung (MAYER 2013, 435-436 & 440). Die kurzfristige Vorbereitung umfasst hingegen die didaktische Begründung der

einzelnen Arbeitsschritte (MAYER 2013, 436), sowie das Formulieren von Arbeitsaufträgen oder das Ausarbeiten eines Lernplans (GROPENGLIEßER et al. 2010, 117). Während des außerschulischen Unterrichts ist vor allem auf eine verständliche und durchschaubare Gliederung der Arbeitsaufträge, sowie auf eine adäquate zeitliche Begrenzung und die Vereinbarung von Treffpunkten zu achten. Die Lernenden müssen darauf hingewiesen werden, auf die Anschauungsobjekte zu achten und nichts kaputtzumachen (MAYER 2013, 436). MAYER (2013) betont außerdem die Notwendigkeit eines ersten Zusammentragens von Ergebnissen während des außerschulischen Unterrichts. Diese Zusammenfassung des Lehrausgangs solle einerseits der Sicherung von gewonnenen Erkenntnissen dienen und andererseits den Ausblick auf den folgenden Unterricht eröffnen (MAYER 2013, 436). Eine solche Einbettung der außerschulischen Lernerfahrung in den Folgeunterricht wird auch von den von MAYRHOFER (2016) befragten Lehrpersonen bekräftigend erwähnt. Die Mehrheit der ProbandInnen stuft eine umfassende Vor- und Nachbereitung als unverzichtbar ein, um eine Verbindung zwischen dem Lehrausgang und dem Regelunterricht herzustellen (MAYRHOFER, 2016, 62). Auch MAYER (2013) und KARPA et al. (2015) führen an, dass die Abstimmung eines Lehrausgangs mit dem Unterricht im Klassenraum möglichst eng und dass außerschulisches Lernen stets untrennbar an schulischen Unterricht gekoppelt sein sollte. MAYER (2013) sieht die Wichtigkeit des Regelunterrichts darin, die Lernenden in die Grundkenntnisse eines Themas einzuführen, welche im Rahmen des Lernens an einem außerschulischen Ort noch vertieft werden. HOFFMANN (2009) ist der Meinung, dass außerschulischer Unterricht zwar oft bleibende Eindrücke hinterlässt, ohne die Verbindung zu bereits bestehendem Wissen allerdings oft wirkungslos bleibt (Hofmann 2009, 52; zit. in HOLZGRUBER 2018, 21). Auch eine abschließende Festigungsphase im Klassenzimmer, in welcher offene Fragen geklärt, Untersuchungsergebnisse präsentiert oder Reflexionen über den Lehrausgang angestellt werden können, wird als fundamental für gelingenden außerschulischen Unterricht erachtet (MAYER 2013, 437). VIERLINGER (1997), für den rein kognitives, wissenschaftliches Interesse nicht ausreicht, um biologische Phänomene in ihrer Gesamtheit zu begreifen, stellt eine Zusammenfassung der eben beschriebenen Sachverhalte an, welche dieses Kapitel abrunden soll. Er beschreibt die ideale

Ergänzung schulgebundener und außerschulischer Aktivitäten als „*Natur verstehen und erleben*“, als „*Handeln mit Herz und Hirn*“ (VIERLINGER 1997, 24).

2.3.5 Der Botanische Garten als außerschulischer Lernort

Ein Botanischer Garten ist, genauso wie ein Zoo oder ein Museum, eine wissenschaftliche Einrichtung mit Bildungsauftrag, die auch eigene Forschungen betreibt. Seinem Bildungsauftrag kommt ein Botanischer Garten nach, indem er seine Objekte wie krautige Pflanzen, Bäume und Sträucher der Öffentlichkeit präsentiert. Häufig wird diese geordnete Ansammlung von Pflanzen durch Elemente wie ein Alpinum, einen Steingarten oder ein Tropenhaus ergänzt, welche der Öffentlichkeit meist frei zugänglich sind (HARMS 2013, 441). Botanische Gärten sind oft wissenschaftlichen Einrichtungen, wie Universitäten, angegliedert. Dies ist auch beim Botanischen Garten der Universität Wien der Fall, welcher ursprünglich als Ort für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Studie geplant war. Botanische Gärten spielen neben ihrer Erholungsfunktion auch noch eine wichtige Rolle in der Durchführung und Verfassung von Forschungsarbeiten zu den verschiedensten botanischen Themen (HARMS 2013, 441-442). Zudem werden Botanische Gärten auch gerne als außerschulische Lernorte zur Ergänzung und Vertiefung herkömmlichen Klassenunterrichts genutzt. Die originale Begegnung mit Pflanzen und die dadurch veränderte Wahrnehmung derselben ist ein wichtiges Instrument, um das Interesse von SchülerInnen an der Botanik positiv zu beeinflussen.

Abschließend sei noch die Einrichtung der Grünen Schule⁹ erwähnt, welche im Botanischen Garten der Universität Wien SchülerInnen aller Altersstufen anhand von Führungen und Workshops vielfältige Einblicke in die Welt der Pflanzen bietet. Seit Oktober 2019 wird die Einrichtung der Grünen Schule durch das sogenannte *Botanicum* ergänzt, ein Bildungszentrum im Botanischen Garten, welches ebenfalls als Kursraum für diverse Workshops genutzt werden und eventuellen Folgearbeiten als Schauplatz dienen kann.

⁹ Unter <https://grueneschule.univie.ac.at/> finden sich nähere Informationen zur Grünen Schule und ihren Angeboten.

2.4 Evolution und wie sie im Unterricht gelehrt wird

Das folgende Kapitel beschäftigt sich näher mit der fachlichen Klärung der Evolutionstheorie nach Charles Darwin. Näher eingegangen werden soll dabei vor allem auf Begriffe wie Adaptation, Selektion und Variation, welche auch im Rahmen der durchgeführten Untersuchung eine fundamentale Rolle spielen. Der zweite Teil des Kapitels geht auf die Vermittlung von Evolutionsaspekten im Schulunterricht ein und beleuchtet die Herausforderungen, die es dabei zu beachten gilt.

2.4.1 Geschichtliche Überlegungen

Folgende Tabelle soll in übersichtlicher Form beleuchten, wie sich das Verständnis von der Entstehung der Arten sowie deren Abstammung im Lauf der Zeit vor Charles Darwin veränderte und welche Annahmen von bestimmten Wissenschaftlern vertreten wurden. Die Darstellung ist auf das Wesentliche reduziert, da schon in mehreren Diplomarbeiten in detaillierterer Form auf dieses Thema eingegangen wurde und ich Wiederholungen vermeiden möchte. Ich verweise beispielhaft auf die Diplomarbeit von Jaqueline SCHEIBSTOCK¹⁰ (2014), welche sich intensiv mit Schülervorstellungen zum Thema Evolution auseinandergesetzt und ein großes Kapitel ihrer Arbeit theoretischen Aspekten dieses Themas gewidmet hat (siehe SCHEIBSTOCK 2014, 20-29).

Der Begriff der Anpassung war Wissenschaftlern schon früh bekannt, jedoch wurde er bis zum 18. Jahrhundert oft in Verbindung mit dem Schöpfungsmythos betrachtet. Naturforscher sahen die bemerkenswerte Anpassung der Organismen an ihre Umwelt als Beweis dafür an, dass Gott als Schöpfer jede Art zu einem bestimmten Zweck geschaffen hatte (CAMPBELL, REECE, URRY, CAIN, WASSERMANN, MINORSKY & JACKSON 2015, 601). Theorien wie etwa die Unveränderlichkeit der Arten, die Katastrophentheorie oder die direkte Vererbung

¹⁰ siehe: SCHEIBSTOCK, J. (2014). *Lerneffekte im Unterricht zum Thema Evolution: eine Untersuchung zur Entwicklung von SchülerInnenvorstellungen zu Selektion und Variation*. Wien: Diplomarbeit.

umweltbedingter Merkmalsänderungen waren wichtige Schritte auf dem Weg zu Darwins Evolutionstheorie und bildeten die Basis für seine Überlegungen.

Tabelle 2: Naturforscher und ihre Theorien und Ansichten zum Thema Evolution (nach CAMPBELL et al. 2015, 601-603)

Wissenschaftler	Ansichten
Aristoteles (384-322 v. Chr.)	Arten sind unveränderlich, Lebensformen lassen sich entlang einer Leiter zunehmender Komplexität anordnen (<i>Scala naturae</i>), Lebewesen sind perfekt und unwandelbar
Carl Linneaus (1707-1778)	Entwickler der binären Nomenklatur zur Benennung von Organismen, geschachteltes Klassifikationssystem, Veränderungen innerhalb von Arten sind möglich – allerdings nicht in höheren taxonomischen Ebenen
Georges Cuvier (1769-1832)	Fossilien sind den heutigen Lebensformen sehr unähnlich, Aussterben von Arten als häufiges Ereignis, Ablehnung eines Evolutionsgeschehens, Katastrophentheorie (Aussterben eines Großteils der lebenden Arten durch eine Katastrophe und Wiederbesiedelung des Gebietes durch neue, einwandernde Arten)
James Hutton (1726-1797) und Charles Lyell (1797-1875)	geologische Prozesse der Erde lassen sich durch graduelle Prozesse erklären, heutige geologische Prozesse (z.B. Bildung von Tälern durch Flüsse) wirkten auch schon in der Vergangenheit, die Erde muss viel älter sein als die allgemein akzeptierten wenigen tausend Jahre
Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)	allmähliche Veränderung von Organismen durch evolutionäre Mechanismen, Zusammenhang von Veränderungen mit bestimmten Umweltbedingungen, direkte Vererbung von umweltbedingten Merkmalsänderungen (Vererbung erworbener Eigenschaften), Prinzip von Gebrauch und Nichtgebrauch, Lebewesen streben nach höherer Komplexität und Vervollkommnung

2.4.2 Kernaspekte der Evolutionstheorie nach Charles Darwin

Biografische Aspekte und die Reise mit der Beagle

Charles Darwin wurde im Jahr 1809 in Shrewsbury, England, geboren. Auf die Empfehlung von John Henslow, einem Professor für Botanik, hin nahm der naturwissenschaftlich sehr interessierte Darwin an einer fünfjährigen Expedition teil, welche von Kapitän Fitzroy geleitet wurde. Im Dezember 1831 begann Darwins Reise an Bord des Schiffes *Beagle*, deren Ziel es war, unbekannte Abschnitte der südamerikanischen Küste zu kartieren. Während der Reise interessierte sich Darwin besonders für die an die verschiedensten Lebensräume angepassten Pflanzen- und Tierarten, die er sammelte und zum Teil nach England zurückschickte. Darwins Interesse erreichte auf den vulkanischen Galapagosinseln seinen Höhepunkt. Die Inseln waren von verschiedenen finkenähnlichen Vogelarten bevölkert, von denen Darwin annahm, dass sie trotz großer Ähnlichkeit zu unterschiedlichen Arten gehörten. Heute nennt man diese Vögel Galapagos-Finken. Darwin stellte fest, dass die Vogelarten auf den Inseln jenen auf dem südamerikanischen Festland sehr ähnelten, jedoch nur hier und nirgendwo sonst vorkamen. Daher nahm er an, dass die Galapagos-Inseln von Arten des südamerikanischen Festlandes kolonisiert worden waren, die sich auf den einzelnen Inseln in verschiedene neue Arten aufgespalten hatten. Darwin stellte fest, dass die unterschiedlichen Schnabelformen der Galapagos-Finken eine Anpassung an die verschiedenen Nahrungsquellen, die sie auf den einzelnen Inseln vorfanden, darstellten. Ihm wurde klar, dass es sich bei den Anpassungen an bestimmte Umweltfaktoren und dem Entstehen neuer Arten um zwei eng miteinander verknüpfte Prozesse handeln musste, da sich bei den Galapagos-Finken aus einer Art durch allmähliche Anhäufung von Anpassungen an eine andere Umweltsituation mehrere neue Arten entwickeln konnten. Diese Annahme war die Grundlage für Darwins Evolutionstheorie, die er Anfang der 1840er Jahre niederschrieb, aber aus Angst vor Protesten lange Zeit nicht veröffentlichte. Erst, als Darwin im Jahr 1858 ein Manuskript des Naturforschers Alfred Russel Wallace erhielt, welcher eine Darwins Vorstellungen sehr nahekommende Theorie zur Abstammung entwickelt hatte, vollendete er sein Buch *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* und veröffentlichte es im Jahr 1859 (CAMPBELL et al. 2015, 604-606).

Kernaussagen von Darwins' Evolutionstheorie und Klärung wichtiger Begriffe

Darwins Evolutionstheorie gründet sich auf drei fundamentale Aspekte: die gemeinsame Abstammung mit Modifikation und natürliche Selektion. Eine Kombination dieser drei Grundaussagen ist erforderlich, um die Merkmale der Lebewesen, die Vielfalt ihrer Lebensformen und ihre Anpassungen an bestimmte Umweltbedingungen zu erklären (CAMPBELL et al. 2015, 606). Es lässt sich also sagen, dass genetische Variation und Selektion zwei Kerngedanken der Evolutionstheorie darstellen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 232). Im Folgenden seien nun wichtige Begriffe erklärt, welche unumgänglich für ein grundlegendes Verständnis der Evolutionstheorie nach Charles Darwin sind:

Variation: Die Variation bzw. Vielfalt einer Population zeigt sich in den individuell unterschiedlichen Merkmalsausprägungen ihrer Mitglieder (SCHEIBSTOCK 2014, 26-27). Diese Variabilität beruht auf genetischen Unterschieden zwischen den Individuen einer Population, welche auf *Crossing-over*-Ereignisse während der Befruchtung oder zufällige Mutationen des Erbgutes zurückzuführen sind (CAMPBELL et al. 2016, 646). Variation spielt für Selektionsprozesse eine große Rolle (CAMPBELL et al. 2016, 646), da bestimmte Merkmale, die beispielsweise durch spontane Mutationen von Abschnitten auf der DNA entstanden sind, ihrem Träger einen Selektionsvorteil verschaffen können (SCHEIBSTOCK 2016, 27). Besagtes Individuum ist damit besser an die bestehenden Umweltbedingungen angepasst und verzeichnet einen höheren Fortpflanzungserfolg als Individuen, welche nicht Träger des bestimmten Merkmales sind. Darwin konnte noch nicht erklären, wie genau Organismen erbliche Merkmale an ihre Nachkommen weitergeben. Dennoch war ihm klar, dass die natürliche Selektion keinen evolutiven Wandel bewirken könnte, wenn sich die Individuen in ihren Merkmalen nicht unterscheiden würden (CAMPBELL et al. 2015, 624).

Anpassung / Adaptation: Adaptationen sind vererbte Merkmale von Organismen, welche deren Überlebens- und Fortpflanzungserfolg in einem bestimmten Lebensraum verbessern (CAMPBELL et al. 2015, 605). Solche vererbbaaren Eigenschaften eines Organismus haben nicht nur Einfluss auf seine eigene Leistungsfähigkeit, sondern auch darauf, wie seine Nachkommen mit den Herausforderungen ihrer Umwelt zurechtkommen. Vorteilhafte Anpassungen

können also zu einer größeren Anzahl von Nachkommen führen, die überleben und sich ihrerseits wieder erfolgreicher fortpflanzen können. Die günstigen Adaptationen treten auf diese Weise von Generation zu Generation vermehrt auf. Dies ist der Ansatzpunkt für die natürliche Selektion, welche durch Feinddruck, Nahrungsmangel oder ungünstige Umweltbedingungen den Anteil günstiger Merkmale in einer Population erhöht. Es gilt allerdings zu bedenken, dass ein Merkmal, welches zu einem bestimmten Zeitpunkt oder an einem bestimmten Ort vorteilhaft ist, zu einer anderen Zeit oder an einem anderen Ort nutzlos oder sogar nachteilig sein kann (CAMPBELL et al. 2015, 609). Diese Tatsache ist den sich ständig ändernden Umweltbedingungen geschuldet, welche immer wieder zu neuen Anpassungen und manchmal auch zur Entstehung neuer Arten abstammend von einem gemeinsamen Vorfahren führen können.

Natürliche Selektion: Die natürliche Selektion führt dazu, dass Individuen mit bestimmten erblichen Merkmalen eher überleben und wahrscheinlich mehr Nachkommen hervorbringen als Individuen mit anderen, nicht so vorteilhaften Merkmalen (CAMPBELL et al. 2015, 605). Dadurch führt der Prozess der natürlichen Selektion im Lauf der Zeit zu immer besseren Anpassungen von Organismen an ihre Umwelt (CAMPBELL et al. 2015, 609), da sich die erwähnten vorteilhaften Merkmale in einer Population anhäufen und vermehrt weitergegeben werden. Wenn sich die Umweltbedingungen ändern, können besagte Anpassungen jedoch auch nutzlos bzw. nachteilig werden und die natürliche Selektion setzt von neuem an. Darwin stellte im Lauf seiner Forschungsarbeit zwei Beobachtungen an, aus denen er zwei Schlussfolgerungen zog, welche den Prozess der natürlichen Selektion zusammenfassend sehr gut darstellen:

Tabelle 3: Beobachtungen und Schlussfolgerungen Darwins zur natürlichen Selektion (nach CAMPBELL et al. 2015, 608)

Beobachtungen	Schlussfolgerungen
Die Individuen einer Population unterscheiden sich oft in ihren erblichen Merkmalen voneinander.	Individuen, die durch vererbare Merkmale eine erhöhte Überlebens- und Fortpflanzungsrate in ihrer Umwelt aufzeigen, produzieren mehr Nachkommen als Individuen, denen diese Merkmale fehlen.

<p>Alle Arten können mehr Nachkommen produzieren, als unter natürlichen Bedingungen überleben können. Daher überleben viele Nachkommen nicht und pflanzen sich somit auch nicht fort.</p>	<p>Dieser ungleiche Fortpflanzungserfolg der Individuen führt im Lauf von Generationen zur Anhäufung von vorteilhaften Merkmalen in Populationen.</p>
---	---

Anhand dieser Beobachtungen und Schlussfolgerungen ist auch der Zusammenhang zwischen einer Überproduktion von Nachkommen und dem Prozess der natürlichen Selektion gut erkennbar.

Abschließend gilt es zu bedenken, dass Individuen selbst keine Evolution durchlaufen, obwohl die natürliche Selektion über Umweltfaktoren sehr wohl auf die einzelnen Individuen wirkt (CAMPBELL et al. 2015, 609). Evolutionsprozesse laufen langsam ab, es werden durch die natürliche Selektion Populationen im Lauf vieler Generationen verändert. Vorteilhafte Anpassungen sammeln sich allmählich in einer Population an, während weniger geeignete Eigenschaften seltener werden. Auf diese Weise erhöht sich im Lauf der Zeit der Anteil von Individuen mit günstigen Merkmalen, wodurch sich die Anpassung dieser an ihre Umwelt immer weiter verbessert (CAMPBELL et al. 2015, 608).

2.4.3 Schlussfolgerungen für den Biologieunterricht

Helene BAUER (2017) führt in ihrer Diplomarbeit, im Rahmen welcher sie sich intensiv mit dem Thema Evolution und seiner Vermittlung im Biologieunterricht auseinandergesetzt hat, an, dass die „*Evolution in Schulen im Biologieunterricht meist nur eine untergeordnete Rolle spielt*“ (BAUER, 2017, 30). Diese Meinung unterstützt auch KATTMANN (1995), wenn er schreibt, dass Evolution im Biologieunterricht nur eine „*Nebenrolle*“ (KATTMANN 1995, 29) zukommt. Kritisiert wird auch die Behandlung des Themas Evolution in Schulbüchern¹¹, welche oft ebenso unangemessen ist, wie der auf ihnen basierende Unterricht und der Umgang mit Lernschwierigkeiten der SchülerInnen zum Thema (WANDERSEE, GOOD & DEMASTES 1995, 47). BAUER (2017) beginnt das Kapitel zum Evolutionsunterricht in ihrer Diplomarbeit mit einem Zitat von DREESMANN,

¹¹ Für weiterführende Informationen zu diesem Thema siehe die Diplomarbeit von LEOPOLD (2020): *Evolution als Thema im Schulunterricht: Analyse von Stammbaumdarstellungen auf Basis eines Kriterienkataloges und Diskussion der Resultate in didaktischem Kontext*. Wien: Diplomarbeit.

GRAF und WITTE (2011), welches im starken Gegensatz zu eben angeführter Aussage steht. DREESMANN et al. (2011) schreiben, dass

„[...] das sinnstiftende Element der Evolutionsbiologie von Anfang an [...] eingeführt werden [muss]. Das Thema sollte nicht nur in jedem Biologieunterricht mitgedacht und mitbedacht werden, sondern es muss in verschiedenen Altersstufen im Sinne eines Spiralcurriculums immer wieder als eigenständiges Thema aufgegriffen werden“ (DREESMANN et al., 2011, 9).

Selbiger Meinung sind auch HAMMANN und ASSHOFF (2017). Die Autoren verweisen beispielsweise auf die Vermittlung vernetzten Wissens aus den Bereichen der Genetik und der Evolution durch Erarbeitung von genetischem Grundwissen in evolutiven Kontexten (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 240). So wird das Beispiel des Birkenspanners erwähnt, anhand dessen im Unterricht Erbgänge nachvollzogen werden könnten. Auf diese Weise begreifen die SchülerInnen Evolution nicht als einen *„allmählichen Prozess der Transformation“* (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 247), sondern als einen zweistufigen Prozess der genetischen Variation und des differentiellen Reproduktionserfolgs. Die schon mehrmals erwähnte Vermittlung von Evolution als roter Faden im Biologieunterricht scheint also fundamental zu sein, um ein fachlich richtiges Verständnis von Evolutionsprozessen bei den Lernenden hervorzurufen. Dieser Tatsache steht die Erwähnung von Evolutionsunterricht in Österreichs Lehrplänen drastisch gegenüber. An dieser Stelle sei noch einmal explizit auf die Diplomarbeit von BAUER (2017) verwiesen, welche die Erwähnung des Begriffes Evolution im Lehrplan für Biologie anschaulich beleuchtet. So erwähnt BAUER (2017), dass ein Unterricht des Themas Evolution zum ersten Mal in der 3. Klasse gefordert sei und dann erst wieder im Lehrplan für die 8. Klasse erwähnt werde (BAUER 2017, 28). Das oben beschriebene Konzept eines durchgängigen Evolutionsunterrichts in Form eines Spiralcurriculums steht dem im Lehrplan angeführten punktuellen Unterricht von Evolution konträr gegenüber. Auch KATTMANN (1995) ist der Meinung, dass so früh wie möglich mit dem Unterricht von Evolutionsthemen begonnen werden sollte, da ein Verständnis von Evolution unumgänglich ist, um biologische Sachverhalte zu erklären (KATTMANN 1995, 37). Diese Deutung, Beschreibung und Erklärung biologischer Konzepte durch evolutionsbiologische Ansätze soll durchgehend erfolgen, also von Anfang an Gang und Gebe sein (KATTMANN 1995, 29).

Wie kann also der Evolutionsunterricht an Schulen verbessert werden? KATTMANN (1995) plädiert in seinem Aufsatz für die Berücksichtigung des Charakters der Evolution als realer Naturgeschichte in allen biologischen Aussagen. Des Weiteren betont er die fundamentale Position der Evolution zur Erklärung jeglicher biologischer Sachverhalte. Er meint, dass die Ignoranz eines geschichtlichen Aspektes der Evolution Fehlurteile, wie z.B. deren Zielgerichtetheit und Zweckmäßigkeit, zur Folge hätte (KATTMANN 1995, 34). Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass geschichtlich betrachtet die Evolution keine Summe von aufstrebenden Entwicklungslinien ist. Vielmehr geht es bei evolutionären Prozessen um miteinander verkettete Ereignisse und vielfältig miteinander agierende Lebewesen (KATTMANN 1995, 34-35). Dieser Fakt ist für die Lernenden oftmals nur schwer zu begreifen und sollte deshalb von Anfang an die Basis des Biologieunterrichts bilden. Außerdem ist es wichtig, selektionstheoretische Überlegungen so früh wie möglich in den Evolutionsunterricht einzubinden. BAALMANN et al. (2004) zufolge kann dies an diversen Beispielen, wie etwa der Züchtung von Haustieren, ohne Überforderung bereits in den unteren Klassenstufen geschehen. Die Thematisierung von Selektion bereits in den ersten beiden Klassen ist unumgänglich, da ein Unterricht ohne expliziten Bezug zu Selektionsprozessen zwangsläufig etwaige zielgerichtete, also teleologische Vorstellungen der SchülerInnen bestätigt. Die Lernenden würden somit jegliche Phänomene der Evolution mit ihren lebensweltlichen Vorstellungen erklären, welche ihnen ohne Hintergrundwissen zu Themen wie Selektion oder Mutation absolut zufriedenstellende Ergebnisse liefern (BAALMANN et al. 2004, 16). Ein dritter wichtiger Aspekt für erfolgreichen Evolutionsunterricht ist, dass die zuvor schon kurz erwähnten vorunterrichtlichen Rahmenvorstellungen der SchülerInnen die Grundlage des Unterrichts bilden müssen (WANDERSEE et al. 1995, 46). Für die Lernenden ist es oft schwierig, einen wissenschaftlich gültigen begrifflichen Rahmen für die biologische Evolution aufzubauen (WANDERSEE et al. 1995, 43). Dies ergibt sich vor allem aus den unterschiedlichen Weltansichten, die die SchülerInnen mitbringen und die ein fachlich korrektes Verständnis von Evolution begleiten. Auch WANDERSEE et al. (1995) plädieren für einen Biologieunterricht, der historische Vorstellungen miteinbezieht. Diese historischen Aspekte sollen nach dem weiter oben erklärten Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion mit dem Verstehen der einzelnen SchülerInnen

verbunden werden, um so eine richtige Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene zu gewährleisten (WANDERSEE et al. 1995, 46). Die Autoren weisen aber auch darauf hin, dass ein Vorstellungswandel vor allem beim Verstehen der Evolution eine lange Zeit in Anspruch nehmen kann¹² (WANDERSEE et al. 1995, 46). Ein Grund dafür könnte sein, dass das Thema Evolution oftmals mit sehr persönlichen Glaubensvorstellungen behaftet ist, von welcher sich die Lernenden nicht so einfach lösen wollen. Das Problem der religiösen Überzeugungen der Lernenden, welche WissenschaftlerInnen und LehrerInnen als Schwierigkeit für gelingenden Evolutionsunterricht erachten, wird auch von WANDERSEE et al. (1995) erwähnt. Mit dem Evolutionsgedanken stellt sich die Frage nach Vergangenheit und Zukunft und damit nach dem Sinn der Geschichte (KATTMANN 1995, 39). Hier ist es für die Lehrenden besonders wichtig, darauf zu achten, einfühlsam zu sein und von den Lernenden nicht ein sofortiges und unhinterfragtes Akzeptieren des derzeitigen wissenschaftlichen Standpunktes zu erwarten (WANDERSEE et al. 1995, 51). KATTMANN (1995) sieht trotz aller Schwierigkeiten eine Möglichkeit, Übereinstimmungen zwischen evolutionsbiologischen Aussagen und religiösen Überzeugungen zu erkennen und zu nutzen. Er führt das gemeinsame Stellen von Sinnfragen als wichtige Methode an, um dieses Ziel zu erreichen. Des Weiteren betont er die Wichtigkeit, die Ansichten der Lernenden und ihre zum Teil kreationistischen Überzeugungen ernst zu nehmen und in die Unterrichtsgestaltung einzubinden (KATTMANN 1995, 40). Zuletzt sei noch einmal auf die oben schon erwähnte Verschränkung von genetischen und evolutionsbiologischen Themen im Biologieunterricht verwiesen, welche unumgänglich ist, um den Lernenden ein angemessenes Verständnis der Vererbung, sowie evolutiver Prozesse zu ermöglichen (BAALMANN et al. 2004, 20).

In diesem Zusammenhang interessant ist auch die Selbsteinschätzung von Lehrenden zu ihrem eigenen Evolutionsunterricht. Diesem Thema widmet sich die aktuelle Diplomarbeit von Julia STEJSKAL (2020). AHS-Lehrerinnen wurden im Rahmen der Studie gebeten, anhand eines Fragebogens ihren eigenen Evolutionsunterricht einzuschätzen und zu bewerten. Die Studienergebnisse

¹² Genauere Informationen zum Umlernen und zur Neustrukturierung von Schülervorstellungen finden sich in Kapitel 2.5.3, in welchem näher auf die *Conceptual Change*-Theorie eingegangen wird.

zeigen, dass dem Großteil der Lehrpersonen die adäquate Vermittlung des Evolutionsthemas ein Anliegen ist, sie jedoch oft keinen roten Faden in der Thematik erkennen können (STEJSKAL 2020, 89). Damit lassen auch diese Ergebnisse vermuten, dass eine erfolgreiche Vermittlung der Evolutionsthematik im Biologieunterricht mit den aktuellen Unterrichtsmethoden noch nicht stattfindet.

2.5 Alltagsvorstellungen von SchülerInnen

Das letzte theoretische Kapitel dieser Arbeit soll nun abschließend auf die schon vielfach erwähnten Schülervorstellungen eingehen, welche die Vermittlung und das Verständnis von Lerninhalten, sowie die Gestaltung gelingenden Unterrichts maßgeblich beeinflussen. Hierbei bedarf es zunächst einer definitorischen Klärung des Begriffes Schülervorstellungen. In einem nächsten Schritt sollen die gängigsten Vorstellungen von Lernenden zum Thema Evolution dargestellt werden, da ebendiese Vorstellungen von großer Relevanz für vorliegende Arbeit sind. Hierfür werden die Ergebnisse verschiedener Studien zum Thema analysiert und zusammengefasst. Abschließend soll erläutert werden, wie fachlich inkorrekte Ansichten und Denkweisen von SchülerInnen zum Umlernen und zur Bildung fachlich richtiger Vorstellungen genutzt werden können. Um dieser Frage nachzugehen, wird das Konzept des *Conceptual Change* kurz umrissen.

2.5.1 Was sind Schülervorstellungen und wie werden diese erhoben?

Ganz allgemein versteht man unter dem Terminus Schülervorstellungen Verständnisse von Lernenden zu bestimmten Phänomenen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 15). Im Lauf dieser Arbeit habe ich für den Begriff Schülervorstellungen schon einige Synonyme verwendet, die alle im wissenschaftlichen Kontext ihre Berechtigung haben. So werden Schülervorstellungen mit vielen Fachwörtern bezeichnet: lebensweltliche Vorstellungen, subjektive oder persönliche Theorien, Alltagsphantasien, Alltagsmythen, vorunterrichtliche Vorstellungen, Vorkenntnisse, alternative Vorstellungen, Fehlvorstellungen, Präkonzepte und Lernerperspektiven (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 15; KATTMANN 2016). Den Begriff der Fehlvorstellungen halte ich für teilweise problematisch, da Vorstellungen von Lernenden nicht zwangsläufig komplett fehlerhaft sein müssen¹³. Der Terminus Alltagsvorstellungen beschreibt die Tatsache, dass Schülervorstellungen auf von den Lernenden im Alltag gemachten Erfahrungen basieren. Diese Erfahrungen dienen als Grundlage für leicht erklärbare Erklärungen für bestimmte Umweltphänomene, die sich im Laufe der Zeit für die Lernenden bewähren

¹³ Ein Beispiel für diese Annahme findet sich im Kapitel zur Didaktischen Rekonstruktion, wo auf das Ordnen von Wirbeltieren eingegangen wurde.

(KATTMANN 2016, 11). GROPENGEIßER (2007) erklärt die Tatsache, dass erste basale Vorstellungen auf gemachten Erfahrungen beruhen mit dem Terminus des erfahrungsbasierten Verstehens. KRÜGER (2007) schreibt zu eben beschriebenen Sachverhalt Folgendes:

„Der Mensch baut als aktiver Konstrukteur seines Wissens auf der Basis von Erfahrungen ein grundlegendes Verständnis von der Umwelt und Wirklichkeit auf. Dieses [...] Wissen bestimmt im Folgenden sein Lernen“ (KRÜGER, 2007, 83).

Solche Alltagsvorstellungen werden auch als vorunterrichtliche Schülervorstellungen bezeichnet, da man sie bereits bei Kindern beobachten kann, welche noch nicht die Schule besuchen. So können beispielsweise bereits Kleinkinder in ihrem Alltag erfahren, dass Pflanzen Lebewesen sind. Hierbei handelt es sich durchaus um eine fachlich zutreffende Vorstellung, auf welcher im Biologieunterricht mit der Vermittlung der Kennzeichen des Lebens aufgebaut werden kann (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 15). Es sind jedoch nicht alle Alltagsvorstellungen fachlich korrekt, was einen *Conceptual Change* notwendig macht. Da besagte Vorstellungen sich jedoch im alltäglichen Leben der SchülerInnen mehrfach zur Erklärung ihrer Umwelt bewährt haben, sind sie nicht einfach durch die Präsentation korrekter wissenschaftlicher Vorstellungen zu ersetzen, sondern müssen in der Vermittlung neuer Inhalte stets mitbedacht und auch offen thematisiert werden, um bei den Lernenden ein Umdenken auszulösen¹⁴ (KATTMANN 2007, 11-12). Alltagsvorstellungen stehen häufig im Gegensatz zu wissenschaftlichen Erklärungen bestimmter naturwissenschaftlicher Phänomene, da diese zum Teil außerhalb des Erfahrungsbereichs der Lernenden liegen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 17-18). Die Lernenden versuchen dann, und ihnen vertraute Erfahrungen und Vorstellungen aus einem bekannten Bereich auf einen unbekanntem Bereich zu übertragen, in dem jedoch andere Gesetzmäßigkeiten gelten. Dies führt zu einer fachlich inkorrekten Erklärung bestimmter Naturphänomene durch die Lernenden mithilfe ihrer Alltagsvorstellungen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 18). Auch BAALMANN, FRERICHS, WEITZEL, GROPENGEIßER & KATTMANN (2004) beschreiben die Tatsache, dass Lernende mit Vorstellungen in den Unterricht kommen, die oft stark von den wissenschaftlichen Erkenntnissen abweichen und dass

¹⁴ Detailliertere Informationen zu diesem Umlernen finden sich im Kapitel 2.5.3 zum *Conceptual Change*.

Alltagsvorstellungen zentral für den Vermittlungserfolg einer bestimmten biologischen Thematik sind (BAALMANN et al. 2004, 8). HAMMANN und ASSHOFF (2017) unterscheiden außerdem zwischen allgemeinen und speziellen Schülervorstellungen. Allgemeine Schülervorstellungen beziehen sich auf eine große Anzahl von Begriffen, Phänomenen und Themen des Biologieunterrichts. Ein Beispiel für eine allgemeine Schülervorstellung wären Anthropomorphismen, also die Übertragungen von menschlichen Eigenschaften auf die Natur (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 33), welche sich über die verschiedensten Teilgebiete der Biologie erstrecken können. Spezielle Schülervorstellungen hingegen beziehen sich auf spezifische biologische Phänomene, wie beispielsweise die Vererbung von Merkmalen und nicht von Genen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 19-20; 26). Obwohl Schülervorstellungen biologische Phänomene zum Teil fachlich inkorrekt erklären, können sie im Unterricht nutzbar gemacht und für einen erfolgreichen Lernprozess aufgegriffen werden. Das Mittel zu diesem Zweck ist die schon ausführlich beschriebene Didaktische Rekonstruktion. Doch wie können Schülervorstellungen nun erhoben werden, um einen Nutzen für den Biologieunterricht aufweisen zu können? KATTMANN (2016) hat hierzu in seinem Werk eine hilfreiche Methodensammlung aufgelistet, die auf der folgenden Seite exemplarisch dargestellt werden soll (KATTMANN 2016, 17-19):

Kartenabfrage: Die Lehrperson teilt Kärtchen mit Fragestellungen bzw. Satzanfängen zu biologischen Phänomenen aus, welche von den Lernenden innerhalb weniger Minuten spontan zu beantworten sind. Hierbei geht es nicht um die fachliche Richtigkeit der Angaben und deren Bewertung durch Noten, sondern lediglich um das Erheben der Vorstellungen, welche die Lernenden mitbringen. Die Kärtchen werden von den SchülerInnen mit anonymen Zeichen versehen, von der Lehrperson analysiert und für die Unterrichtsgestaltung genutzt und am Ende der Lernsequenz wieder an die Lernenden zurückgegeben. Diese können dann ihre Vorstellungen mit fachlich richtigen Aussagen ergänzen und erweitern.

Zeichnungen: Diese Art der Erhebung funktioniert ähnlich wie die Kartenabfrage, allerdings werden die Lernenden nicht zu einer schriftlichen, sondern zu einer zeichnerischen Beantwortung einer Frage aufgefordert. Es können auch Poster

angefertigt werden, welche im Klassenraum aufgehängt und im Lauf des Unterrichts immer wieder thematisiert und gegebenenfalls auch adaptiert werden.

Concept-Cartoons: Die Lernenden erhalten ein Arbeitsblatt, auf welchem sich Sprechblasen mit Alltagsvorstellungen befinden. Eine der Aussagen in den Sprechblasen ist eine fachlich zutreffende Vorstellung. Die SchülerInnen lesen sich die Vorstellungen durch, stimmen einer Aussage zu oder auch nicht und begründen ihre Entscheidung. Die *Concept-Cartoons* eignen sich als Einstieg in ein neues Thema und können im Rahmen eines Unterrichtsgesprächs auch im Plenum diskutiert werden.

Prognosen zum Ausgang von Experimenten: Die Lernenden sollen den voraussichtlichen Ausgang eines Experiments schildern. Methoden wie diese eignen sich besonders zur Evaluation von Schülervorstellungen zum Thema Pflanzenwachstum.

Eben angeführte Methoden können sowohl von der Lehrkraft selbst, als auch von ForscherInnen angewandt werden, um Schülervorstellungen zu bestimmten Themen zu erheben und konstruktiv damit zu arbeiten. Wie schon erwähnt nimmt keine Schülerin und kein Schüler als unbeschriebenes Blatt am Unterricht teil und die Einbindung der von den Lernenden mitgebrachten Alltagsvorstellungen in unterrichtsgestaltende Prozesse ist ein fundamentaler Aspekt eines jeden gelingenden Biologieunterrichts.

2.5.2 Stand der Forschung – Wie verstehen SchülerInnen Evolution?

Schon mehrfach wurde im Rahmen der biologiedidaktischen Forschung versucht, Schülervorstellungen zum Thema Evolution zu erheben. Die Ergebnisse einiger Studien sollen im Folgenden dargestellt und erläutert werden. Dass es sich bei der Vermittlung der Evolutionstheorie im Unterricht um ein schwieriges Unterfangen handelt, wurde im Rahmen dieser Arbeit schon mehrfach erwähnt. Grund dafür ist unter anderem die Komplexität der Evolutionstheorie selbst, aber auch die unterschiedlichen Weltansichten und Vorstellungen, die die SchülerInnen zum Thema mit in den Unterricht bringen, spielen eine wichtige Rolle (BAUER 2017, 31).

Interessant ist, dass die meisten Untersuchungen von Schülervorstellungen zu evolutionsbiologischen Themen sich fast ausschließlich an zoologischen Fragestellungen orientieren. Ein Beispiel hierfür ist die schon erwähnte Studie von BAALMANN et al. (2004), bei welcher alle drei dargestellten Denkfiguren¹⁵ auf Schülervorstellungen zu zoologischen Beispielen basieren. Ein Grund für diese Tatsache könnte sein, dass Pflanzen im Biologieunterricht oft eine untergeordnete Rolle spielen und auch für SchülerInnen von geringerem Interesse sind als Tiere. PALMER (1996) fand heraus, dass SchülerInnen Pflanzen im Gegensatz zu Vertebraten oftmals das Attribut „nicht lebendig“ (PALMER 1996) zuschreiben und ihnen damit keine Angepasstheit zubilligen. Regina CYPIONKA (2012) führte vor einigen Jahren eine der wenigen biologiedidaktischen Studien durch, bei welcher im Rahmen der Erhebung von Schülervorstellungen zur Evolution botanische Beispiele im Vordergrund standen. Anhand von Aussagen von SchülerInnen der Jahrgangsstufe 5 zur Evolution und Entwicklung von Pflanzen konnte herausgefunden werden, dass die Lernenden die Anpassung der Pflanzen als zielgerichteten Prozess verstehen, welcher ohne Störungen abläuft und auf einen optimal angepassten Endzustand abzielt (CYPIONKA 2012). Diese Resultate lassen sich in die weiter unten angeführte Schülervorstellung der zielgerichteten Anpassung von Individuen eingliedern und verdeutlichen, dass die Lernenden diese zielgerichtete Anpassung gleichermaßen auf Tiere und auf Pflanzen beziehen (siehe auch LAMPERT, PANY, SCHEUCH, HEIDINGER, KIEHN & KAPELARI 2018a, 75)¹⁶.

HAMMANN und ASSHOFF (2017) arbeiteten drei allgemeine Schülervorstellungen¹⁷ heraus, die wichtig sind, um die speziellen Vorstellungen zu verschiedenen Aspekten der Evolution zu verstehen. Diese drei allgemeinen Vorstellungen, auf welche die Lernenden bei der Erklärung biologischer Phänomene gerne zurückgreifen, sind teleologisches Denken, Anthropomorphismen und der psychologische Essentialismus. Gemäß **teleologischer bzw. finaler Schülervorstellungen** existieren Organismen und

¹⁵ Die drei von BAALMANN et al. (2004) beschriebenen Denkfiguren zur Anpassung, auf welche später noch genauer eingegangen wird, sind folgende: Gezieltes adaptives Handeln von Individuen, Adaptive körperliche Umstellung und Absichtsvolle genetische Transmutation.

¹⁶ Weiter unten komme ich auf diese Tatsache noch einmal genauer zu sprechen.

¹⁷ Zur Unterscheidung zwischen allgemeinen und speziellen Schülervorstellungen siehe Kapitel 2.5.1.

ihre Strukturen, damit sie einen bestimmten Zweck erfüllen. Die Zweckmäßigkeit und die Anpassungsnotwendigkeit werden dabei als Motor für die Entstehung eines bestimmten Merkmals gesehen. Eng mit teleologischen Vorstellungen verbunden ist die Annahme, dass Organismen im Laufe der Evolution absichtsvoll handeln, um sich anzupassen und ein bestimmtes Ziel zu erreichen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 27; 229). Diese Annahme spielt auch in der allgemeinen Schülervorstellung der **Anthropomorphismen** eine grundlegende Rolle und wird weiter unten bei der Beschreibung der Vorstellung der zielgerichteten Anpassung genauer dargestellt. Wie schon erwähnt, bezeichnet der Terminus Anthropomorphismus die Zuschreibung menschlicher Charakterzüge auf nichtmenschliche Strukturen bzw. Bestandteile der Natur. Dieses Konzept wenden SchülerInnen oft auch auf die Erklärung von Anpassungen an. Anpassung wird im Alltag als zielgerichtete Handlung verstanden. Dieses Verständnis wird in der Folge auch auf den Prozess der stammesgeschichtlichen Anpassung übertragen. Hierbei werden die Organismen als Akteure betrachtet, welche sich Ziele setzen und bestimmte Handlungen ergreifen, um sich aktiv anzupassen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 229-230). Ein Beispiel für einen verbreiteten Anthropomorphismus unter Lernenden ist die zielgerichtete Kreuzung (HAMMANN und ASSHOFF 2017, 135; BAALMANN et al. 2004, 11), im Rahmen derer Individuen „[...] selbst [ausprobieren], wie sie sich paaren müssen, damit [z.B.] die richtige Farbe entsteht“ (BAALMANN 2004, 11). Auch JOHANNSEN & KRÜGER (2005) konnten im Rahmen ihrer Studie anthropomorphe Schülervorstellungen nachweisen. Sie befragten SchülerInnen zur Entstehung carnivorer Pflanzen und erhielten folgende Begründungen (JOHANNSEN & KRÜGER 2005, 33)¹⁸:

- Die Pflanze erkannte, dass es ihr dadurch besser ging.
- Die Pflanze dachte: Ich muss was verändern.
- Die Pflanze merkte, dass sie sich auch von Tieren ernähren könnten.

¹⁸ Da JOHANNSEN & KRÜGER (2005) ihre Studie ebenfalls auf einem botanischen Beispiel, fleischfressenden Pflanzen, aufbauten, sind ihre Ergebnisse von großem Interesse für die vorliegende Arbeit. Obwohl es sich bei der Studie von JOHANNSEN & KRÜGER (2005) um eine groß angelegte, quantitative Erhebung handelt, welche die Stichprobenanzahl meiner Arbeit um ein Vielfaches übersteigt, so erscheint es dennoch interessant, die Ergebnisse beider Forschungsarbeiten im Rahmen der Diskussion miteinander zu vergleichen.

Dem **psychologischen Essentialismus** zufolge besitzen Organismen unsichtbare und unveränderliche Eigenschaften oder Merkmale. Damit einher geht auch die Schülervorstellung der Artkonstanz, welche tief im psychologischen Essentialismus verwurzelt ist. Demnach sehen vor allem jüngere Lernende heute lebende Arten oft als unveränderlich an und nehmen an, dass diese Arten schon immer da waren (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 45). Eine wichtige Gegenüberstellung ist zudem jene lamarckistischer und teleologischer Schülervorstellungen, welche die folgende Tabelle verdeutlichen soll:

Tabelle 4: Lamarckistische und teleologische Schülervorstellungen im Vergleich (nach HAMMANN & ASSHOFF 2017, 233-234)

Schülervorstellung	Beschreibung	Beispiel
Lamarckistische Vorstellungen	Veränderung von Merkmalen durch Gebrauch und Nicht-Gebrauch. Im Zentrum dieser Erklärung stehen also einerseits der Gebrauch eines Organs, aber andererseits auch die Vererbung erworbener Eigenschaften.	„Die Geparden wurden durch das ständige Laufen bei der Beutejagd immer schneller und gaben diese Fähigkeit an ihre Nachkommen weiter“.
Teleologische Vorstellungen	Funktion eines Organs bzw. Anpassungsnotwendigkeit erklären die Entstehung eines Merkmals. Alle Teile im System Natur erfüllen eine spezifische Funktion. Evolutiver Wandel dient dem Fortbestand dieser funktionierenden Komponenten. Wenn sich die Umwelt ändert, ergibt sich eine Anpassungsnotwendigkeit und die Arten wandeln sich.	„Weil die Geparden schneller laufen mussten, um an Beute zu kommen, entwickelten sie die Fähigkeit, schneller zu laufen“.

Die hier erwähnten lamarckistischen Vorstellungen konnten sowohl von FENNER (2013), als auch von JOHANNSEN und KRÜGER (2005) nachgewiesen werden. Wie man der Tabelle entnehmen kann, greifen die einzelnen Vorstellungen ineinander. So impliziert das Beispiel für die teleologischen Vorstellungen neben

der Erwähnung der Anpassungsnotwendigkeit auch eine gewisse Zielgerichtetheit bzw. Vermenschlichung¹⁹. Auf beide Aspekte wurde oben schon genauer eingegangen. Nachdem auf den letzten Seiten die wichtigsten Aspekte der drei allgemeinen Schülervorstellungen zum Thema Evolution beschrieben wurden, gehe ich nun näher auf einige spezielle Schülervorstellungen ein, welche die Lernenden in den Evolutionsunterricht mitbringen.

Zielgerichtete Anpassung von Individuen

Die Annahme, dass Individuen mit ihrer Anpassung ein gewisses Ziel verfolgen und auf dieses aktiv hinarbeiten, wurde oben schon erwähnt. Auch KATTMANN (2016) beschreibt die Vorstellung, dass evolutionäre Veränderungen von den Individuen zielgerichtet und intentional, also absichtsvoll, angestrebt werden. So passen sich Organismen etwa an ihre Umwelt an, indem sie durch Einsicht aktiv ihre Merkmalsausstattung verbessern oder gezielt eine für sie passende Umgebung aufsuchen (KATTMANN 2016, 36). Auch die oben schon erwähnte absichtsvoll zielgerichtete Kreuzung von Individuen kann eine Strategie sein, sich gezielt an neue Umweltbedingungen anzupassen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 239). HAMMANN und ASSHOFF (2017) erwähnen außerdem die häufig mit dieser Annahme der Zielgerichtetheit verbundenen Anthropomorphismen. So bewirken gewissen Schülervorstellungen zufolge Individuen aktiv Veränderungen ihres Aussehens, ihrer Eigenschaften und ihrer Gene, um sich anzupassen und ein bestimmtes Ziel zu erreichen. BAALMANN et al. (2004) nennen diese Art von Schülervorstellung „*Gezieltes adaptives Handeln von Individuen*“ (BAALMANN et al. 2004, 10). Für eine solche gezielte Anpassung ist laut Schülervorstellungen eine Erkenntnis der Individuen über die eigene Situation notwendig. Diese Erkenntnis können nicht nur Tiere gewinnen, sondern ebenso Pflanzen oder Bakterien. Auch aus der Studie von LAMPERT et al. (2018a)²⁰ geht hervor, dass Lernende die Vorstellung einer zielgerichteten Anpassung gleichermaßen auf Tiere und auf Pflanzen anwenden (LAMPERT et al. 2018a, 75). Die Organismen „*merken*“ (BAALMANN et al. 2004, 10) also, dass sich die Umweltbedingungen

¹⁹ So wird etwa impliziert, dass „Mutter Natur für die Anpassung sorgt“ (HAMMANN & ASSHOFF, 2017, 233).

²⁰ Besagte Studie befasst sich hauptsächlich mit der Erhebung von Schülervorstellungen zum Bestäubungsprozess, geht aber auch näher auf Schülervorstellungen bezüglich der Anpassung von Blüten und ihren Besuchern ein.

verändert haben und damit eine Anpassung notwendig wird. Diese Anpassung wird in der Folge wiederum aktiv und zielgerichtet vollzogen. Neben der allgemeinen Schülervorstellung der Anthropomorphismen ist die Vorstellung einer zielgerichteten Anpassung ebenso stark mit teleologischen Ansichten verbunden. So ist auch die schon erwähnte Anpassungsnotwendigkeit ein wichtiger Bestandteil dieser Art von Schülervorstellungen. Lernende glauben etwa, dass *„Giraffen [...] lange Häuse [bekamen], weil sie sie brauchten, um Nahrung in der Höhe zu erreichen“* (KATTMANN 2016, 235). BAALMANN et al. (2004) beschreiben diese Tatsache folgendermaßen: *„Die physische Anpassung erfolgt zwangsläufig, wenn sie für Lebewesen notwendig ist, um überleben zu können“* (BAALMANN et al. 2004, 13). Auch in dieser Aussage ist wieder eindeutig eine gewisse intentionale Zielgerichtetheit des Prozesses der Anpassung zu erkennen. Eine weitere wichtige Denkfigur der zielgerichteten Anpassung ist die sogenannte *„Adaptive körperliche Umstellung“* (BAALMANN 2004). Hierbei wird der Körper eines Individuums von den Lernenden als Akteur verstanden, der auf seine Umwelt reagiert, indem er sich verändert und damit anpasst (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 239). BAALMANN et al. (2004) präzisieren diese Aussage und schreiben: *„[wenn] Individuen neuen Bedingungen ausgesetzt sind oder eine neue Verhaltensweise zeigen, [führt dies] zur adaptiven Gewöhnung des Körpers“* (BAALMANN et al. 2004, 12). KATTMANN (2016) charakterisiert diese körperlichen Veränderungen als automatische Reaktionen des Körpers auf Umweltveränderungen. Diese automatischen und spontanen Körperveränderungen werden von Lernenden oft als physiologische Ursache für körperliche Anpassungen gesehen. Besagte Lernende sind der Meinung, dass der Körper genau wisse, was er zum Überleben bzw. zur eigenen Gesundheit braucht. Demnach wird der Körper in diesem Fall wiederum als Akteur betrachtet, welcher aktiv auf sich verändernde Umweltbedingungen reagiert (KATTMANN 2016, 36-37). Auch die Gene können dieser Art der Schülervorstellung nach aktiv vom Organismus verändert werden, um eine bessere Anpassung zu erzielen. Diese Denkfigur wird auch als *„Absichtsvolle genetische Transmutation“* (BAALMANN 2004, 13) bezeichnet (siehe auch HAMMANN & ASSHOFF 2017, 240). Es geht hierbei unter anderem um die Vererbung erworbener Eigenschaften, welche durch verstärkten Gebrauch entstanden sind, der sich bei der Fortpflanzung in der Dominanz der betreffenden Gene äußert (HAMMANN &

ASSHOFF 2017, 240; BAALMANN et al., 2004 13). Wie man sieht, spielen bei dieser Denkfigur auch lamarckistische Schülervorstellungen eine wesentliche Rolle. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass stammesgeschichtliche Anpassung oft als zielgerichtete Handlung verstanden wird, der eine Intention zur Anpassung vorausgeht. Diese Intention basiert auf der Erkenntnis der Individuen über ihre eigene Situation. Die Folge dieser Erkenntnis ist das intentionale Handeln von Individuen bzw. das aktive Reagieren ihres Körpers (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 240). Solche finalistischen Vorstellungen konnten auch in anderen Studien nachgewiesen werden, so beispielsweise von JOHANNSEN & KRÜGER (2005), sowie FENNER (2013). Letztere schreibt, dass im Rahmen solcher finalistischer Schülervorstellungen die aktive Anpassung von Lebewesen, Erklärungsansätze anthropomorpher Natur und ein Anpassungszwang bzw. eine Anpassungsnotwendigkeit im Vordergrund stehen (FENNER 2013, 288). Auch BRENNECKE (2014)²¹ konnte im Rahmen ihrer Dissertation zeigen, dass einige Lernende die Individuen als aktive Akteure im Anpassungsprozess verstehen, welche intentional und zielgerichtet versuchen, aufgrund einer Notwendigkeit ihre Merkmalsausprägungen zu verändern.

Typologischer Artbegriff

Der typologische Artbegriff wird von KATTMANN (2016) auch als morphologischer Artbegriff bezeichnet. Der typologische Artbegriff entspricht den Alltagsvorstellungen von Lernenden zur Klassifizierung von Arten, welche den SchülerInnen nach Gruppen von Individuen mit denselben äußerlichen Eigenschaften sind. Durch die gemeinsamen Merkmale werden sie von anderen Arten unterschieden. Problematisch ist hierbei die Tatsache, dass Merkmale sich jedoch im Laufe evolutionärer Prozesse verändern können und Arten damit ebenso veränderlich sind. Von Lernenden wird diese Veränderlichkeit oftmals nicht wahrgenommen, hier spricht man von der Schülervorstellung der Artkonstanz (KATTMANN 2016, 46-47). Diese Unveränderlichkeit der Arten entspricht der oben

²¹ Die angeführte Dissertation von BRENNECKE (2014) ist für vorliegende Arbeit von speziellem Interesse, da das Konzept und auch die befragte Altersgruppe von BRENNECKE (2014) mit den Zielen meiner Arbeit größtenteils übereinstimmen. So bediente sich die Autorin ebenfalls qualitativen (Interviews) und quantitativen (Prä-Post-Tests) Methoden, um Schülervorstellungen zu erheben und ein Lernkonzept für den Botanischen Garten zu evaluieren. Die von BRENNECKE (2014) untersuchte Stichprobe (Jahrgangsstufe 7) unterscheidet sich auch altersmäßig nicht wesentlich von den von mir befragten SchülerInnen (Jahrgangsstufe 8).

schon angeführten Denkfigur des psychologischen Essentialismus. HAMMANN und ASSHOFF (2017) charakterisieren die Schülervorstellung der Artenunveränderlichkeit folgendermaßen: „*Umweltveränderungen können zwar zum Aussterben von Arten führen; Artwandel und Artneubildung finden aber nicht statt*“ (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 243). Diese Aussage wird auch durch die Studie von FENNER (2013) unterstützt, im Rahmen welcher herausgefunden wurde, dass SchülerInnen häufig ein Aussterben anstatt einer Artveränderung annehmen. Auch die Frage nach der Entstehung bzw. dem Ursprung einzelner Arten stellt sich im Rahmen der Denkfigur des psychologischen Essentialismus nicht. Bestimmte Merkmale, wie beispielsweise die Federn eines Pfau oder der lange Hals einer Giraffe „*[waren] immer schon da [...]*“ (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 243). Eine besondere Ausprägung des psychologischen Essentialismus ist der sogenannte „Dinosaurier-Essentialismus“ (SAMARAPUNGAVAN & WIERS 1997), im Rahmen dessen sämtliche heute lebende Arten auf Dinosaurier zurückgeführt werden, die die ersten Lebewesen auf der Erde waren. SchülerInnen mit dieser Vorstellung haben eine spezielle Auffassung des Begriffes Aussterben, welcher laut besagten Lernenden die Umwandlung der Dinosaurier-Vorfahren in die heute lebenden Arten bezeichnet. Der Begriff und die Definition des Dinosaurier-Essentialismus gehen auf eine von SAMARAPUNGAVAN und WIERS (1997) durchgeführte Studie zurück, in welcher vorunterrichtliche Schülervorstellungen zur Entstehung der Arten erhoben wurden. Eben erwähnte Studie wird auch von HAMMANN & ASSHOFF (2017) in ihrem Text zitiert. Zusammenfassend kann man sagen, dass vor allem jüngere Lernende oft glauben, dass die heute lebenden Arten schon immer vorhanden waren und immer weiter bestehen werden (KATTMANN 2016, 46). Dabei scheinen die SchülerInnen teilweise aber sehr wohl zwischen veränderlichen und unveränderlichen Merkmalen einer Art zu unterscheiden. So stellen sich Lernende zum Teil vor, das Mammut hätte sich im Laufe der Zeit zum Elefanten entwickelt und damit hätten sich Merkmale wie beispielsweise die Behaarung oder die Körpergröße geändert. Die grundlegenden, kategoriedefinierenden Eigenschaften, also das Elefant-Sein an sich, bleiben aber konstant. Zur Verdeutlichung dieser Aussage seien an dieser Stelle noch einmal HAMMANN & ASSHOFF (2017) zitiert, welche die Ergebnisse der Studie von SAMARAPUNGAVAN und WIERS (1997) wie folgt zusammenfassen:

„Im Laufe der Zeit kann sich das Aussehen eines Organismus ändern, weil es sich hierbei um äußerliche Merkmale (wie z.B. die Behaarung und die Körpergröße) handelt. Unverändert bleibt dabei aber die zugrunde liegende Essenz: Braunbären bleiben daher Braunbären und Elefanten bleiben Elefanten“ (SAMARAPUNGAVAN & WIERS 1997, 162; zit. in HAMMANN & ASSHOFF 2017, 245).

Abstammung als stetig fortschreitende Stammeslinie

Diese Schülervorstellung bezieht sich auf die Abstammung und Aufspaltung von Arten. Viele Lernende sehen Abstammung als eine stetig fortschreitende Stammeslinie an. Besonders, wenn nur eine Gattung bzw. Art im Laufe der Evolution übriggeblieben sind, sind die SchülerInnen dazu verleitet, eine geradlinige Abstammung anzunehmen, welche damit auch den Vorstellungen einer zielgerichteten Anpassung²² entspricht (KATTMANN 2016, 25). Besonders die Humanevolution wird von den Lernenden häufig als eine geradlinige Höherentwicklung vom Affen zum Menschen angesehen. Evolution wird auch hierbei als zielgerichteter Fortschritt verstanden. Diese Tatsache erklärt die verbreitete Annahme vom Menschen als „Krone der Schöpfung“ (KATTMANN 2016, 31), also als endgültiges Ziel der Evolution. Eine weitere problematische Annahme ist die Tatsache, dass rezente Lebewesen zum Teil als Vorfahren anderer heute lebender Arten angenommen werden (KATTMANN 2016, 26). So herrscht unter Lernenden und auch in populären Darstellungen zur Evolution oftmals die einfache aber falsche Vorstellung, dass der Mensch vom heute lebenden Affen abstamme (KATTMANN 2016, 30). Dieser Vorstellung kann mit dem Schlüsselbegriff des letzten gemeinsamen Vorfahren entgegengewirkt werden. Die engsten Verwandten des Menschen, also die heute lebenden Menschenaffen, werden so nebeneinander mit dem Menschen auf eine Stufe gestellt. Danach werden die Lernenden mit der Frage nach dem letzten gemeinsamen Vorfahren konfrontiert (KATTMANN 2016, 33). KATTMANN (2016) schreibt dazu:

„Das Konzept des letzten gemeinsamen Vorfahren betont die Gleichzeitigkeit der rezenten Verwandten und verwehrt so, einen als niedriger stehend anzusehen oder beide in eine evolutionäre Abfolge zu bringen“ (KATTMANN 2016, 27).

²² Diese Vorstellung wurde weiter oben schon ausführlich beschrieben.

Evolution als Ereignis im Leben eines Individuums

Vielen Lernenden ist nicht verständlich, dass es sich bei der Evolution um einen Prozess handelt, der sich über viele Generationen hinweg vollzieht. In Übereinstimmung mit dem Prinzip der zielgerichteten Anpassung merkt ein einzelnes Individuum, dass es seine Merkmale verändern muss, um unter neuen Umweltbedingungen überleben zu können. Diese Veränderung der Merkmale erfolgt intentional²³. Evolution ist dieser Schülervorstellung zufolge ein Ereignis in der Lebensgeschichte eines Individuums und kein generationenübergreifender Prozess, bei dem sich Populationen über längere Zeiträume hinweg verändern (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 235). Bei der schrittweisen Veränderung eines Merkmals im Laufe der Zeit wird also von den Lernenden oft lediglich die Individualebene betrachtet. Das betrachtete Individuum steht außerdem oft stellvertretend für die gesamte Art, weshalb sich für Lernende die Frage, wie es nach der Entstehung eines Merkmals bei einem Individuum zu einer Veränderung der Häufigkeit des Merkmals in einer Population kommt, meist nicht stellt (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 236). Auch KATTMANN (2016) beschreibt die Tatsache, dass die Art selbst häufig wie eines ihrer Exemplare behandelt wird und dass diese Exemplare, also die einzelnen Individuen, idealtypisch für die ganze Art stehen. BAALMANN et al. (2004) stimmen mit dieser Ansicht über besagte Schülervorstellung ebenfalls überein, indem sie schreiben: *„Die eigene Rasse und auch Art werden dabei jedoch nicht als biologisch in sich variable Größe, sondern einheitlich und damit quasi als Individuen aufgefasst“* (BAALMANN et al. 2004, 11). Merkmalsveränderungen treten wie schon erwähnt demnach nur an den einzelnen Individuen auf und stehen so stellvertretend für ganze Arten und Populationen. BAALMANN et al. (2004) zufolge zeigen die Lernenden in ihrer Beschränkung auf das einzelne Individuum, dass sie Arten nicht als Populationen verstehen (BAALMANN et al. 2004, 11). Diese Tatsache ist eng verbunden mit der oben erwähnten Unveränderlichkeit von Arten.

²³ Dem Prinzip der zielgerichteten Anpassung wurde weiter oben ein eigener, ausführlicher Absatz gewidmet.

Evolution als Transformation

Der Begriff von Evolution als gradueller Transformation bezeichnet die Tatsache, dass sich viele SchülerInnen Evolutionsprozesse ohne die Prinzipien von Selektion und genetischer Variation vorstellen. So beschreiben Lernende oft, dass sich im Rahmen eines evolutiven Wandels die körperlichen Merkmale von Lebewesen Schritt für Schritt verändert haben, um sich an bestimmte Umweltbedingungen anzupassen (HAMMANN & ASSHOFF 2017). In solchen Aussagen fehlen jedoch jegliche Hinweise auf Variation und Selektion, denn es wird in keinem Wort erwähnt, dass sich die Individuen innerhalb von Populationen und Generationen unterscheiden. Dieses fehlende Verständnis von Variation macht auch die Studie von FENNER (2013) deutlich. Sie beschreibt, dass Lernende oftmals keine Vorstellungen über die genetischen Ursachen von Variation haben. BRENNECKE (2014) fand im Rahmen der Befragung von SchülerInnen der 7. Jahrgangsstufe heraus, dass *„wenige SchülerInnen erkennen, dass die Variation der Eltern und deren Nachkommen zur Anpassung führen, [sie jedoch nicht verstehen], wie es zu dieser Variation kommt“* (BRENNECKE 2017, 103). Daraus geht hervor, dass manchen SchülerInnen das Konzept der innerartlichen Variation bewusst ist, sie jedoch, wie auch schon FENNER (2013) herausfand, nicht verstehen, wie genau diese Variation zustande kommt. Deutlich wird in solchen Annahmen erneut das Verständnis eines Strebens nach Anpassung, welche durch die intentionale Veränderung von Merkmalen umgesetzt wird. Außerdem sind Aussagen, in welchen kein Bezug auf die genetische Variabilität von Individuen genommen wird, neuerlich dem psychologischen Essentialismus und damit der Unveränderlichkeit von Arten zuzuordnen (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 236).

Wie kann man mit dem Wissen über die erhobenen Schülervorstellungen sinnvoll umgehen? WANDERSEE et al. (1995) beschreiben den Trend, die Untersuchung von Schülervorstellungen für die Gestaltung von Unterrichtsmaterialien für den Evolutionsunterricht zu nutzen. Diese Bemühungen intensivierten sich vor allem in Folge der einflussreichen Studie von BISHOP & ANDERSON (1990), welche zeigte, dass viele SchülerInnen Evolution nicht richtig verstehen (WANDERSEE et al. 1995, 45). Im Rahmen dieser Studie konnten viele der oben genannten fachlich inkorrekten Schülervorstellungen nachgewiesen werden, ebenso jedoch die

moderate Wirksamkeit eines *Conceptual Change*. So können im Prinzip der Didaktischen Rekonstruktion die Schülervorstellungen im Rahmen der Unterrichtsplanung und -gestaltung berücksichtigt werden und in die Erstellung von Unterrichtsmaterialien, welche die alternativen Vorstellungen der Lernenden berücksichtigen, einfließen (WANDERSEE et al. 1995, 45). HAMMANN & ASSHOFF (2017) beschreiben außerdem die Notwendigkeit, dass sich Lernende mit ihren eigenen Vorstellungen auseinandersetzen. Dies kann durch eine Thematisierung von Schülervorstellungen im Unterricht geschehen, im Rahmen welcher Lernende ihre eigenen Vorstellungen reflektieren, aber auch mit den Annahmen und Ansichten anderer SchülerInnen konfrontiert werden (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 24). Nur wenn sich Lernende ihrer teilweise fachlich inkorrekten Vorstellungen bewusstwerden und diese mit fachlich richtigen Aussagen in Beziehung setzen, bietet sich für die SchülerInnen ein Grund zum Umdenken. Wie genau sich dieses Umdenken nun gestaltet, soll das folgende und abschließende Kapitel verdeutlichen.

2.5.3 Die *Conceptual Change*-Theorie

Der Begriff *Conceptual Change* bedeutet auf Deutsch einen Vorstellungswandel, also einen Konzeptwechsel auf Schülerseite. Diese Aussage impliziert jedoch, dass die von den Lernenden in den Unterricht mitgebrachten Annahmen und Vorstellungen Fehlvorstellungen sind, die es durch die Konfrontation mit fachlich richtigen Vorstellungen auszumerzen gilt. Lernen wird in diesem Zusammenhang häufig als ein Wechsel von falschen zu richtigen Konzepten dargestellt (KRÜGER 2007, 82). Da sich von den Lernenden mitgebrachte Alltagsvorstellungen aber in vielen Situationen des täglichen Lebens als brauchbar erweisen und sich daher nicht einfach auslöschen lassen, sondern oftmals auch nach dem Unterricht noch erhalten bleiben, wurde für die Theorie des *Conceptual Change* eine Reihe alternativer Bezeichnungen ins Leben gerufen. So beschreiben die Termini *Conceptional Reorganisation* und *Conceptional Reconstruction* die Veränderung von Wissensstrukturen als Rekonstruktion, im Rahmen welcher die Lernenden im Sinne des Konstruktivismus selbst aktiv werden, um Alltagsvorstellungen zu überdenken, diese aber nicht einfach zu verwerfen und durch neue Konzepte zu

ersetzen (KRÜGER 2007, 82-83). Dass ein Überdenken und Umwerfen lange bestehender Alltagsvorstellungen kein leichtes Unterfangen darstellt, wird von mehreren Autoren beschrieben. So beschreiben HAMMANN & ASSHOFF (2017) vorunterrichtliche Schülervorstellungen als „*tief verankert*“ und deswegen nur „*schwer veränderbar*“ (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 17), da sich besagte Vorstellungen in alltäglichen Situationen bewährt haben und eine vertraute Sicht der Umwelt darstellen. Auch KATTMANN (2016) meint, dass alternative Schülervorstellungen, die sich aus alltäglichen Erfahrungen ergeben haben, erstaunlich widerstandsfähig gegen Veränderungen sind, sei der Biologieunterricht auch noch so anschaulich. Der Autor beschreibt Lernprozesse immer als Umlernen, da die Lernenden niemals als unbeschriebenes Blatt den Klassenraum betreten. Dieses Umlernen gestaltet sich jedoch oft als langwieriger Prozess, da Alltagsvorstellungen nicht einfach dadurch ersetzt werden können, dass die fachlich korrekten Vorstellungen den Lernenden vermittelt werden. Vielmehr existieren nach einer solchen Wissensvermittlung wissenschaftlich korrekte Vorstellungen und Alltagsvorstellungen parallel nebeneinander (KATTMANN 2016, 11-12). KATTMANN (2017) vermutet die Absicht, Alltagsvorstellungen durch Belehrung zu beseitigen, hinter dem Konzept des *Conceptional Change*, im Rahmen dessen Alltagsvorstellungen wie beschrieben häufig als Fehlvorstellungen betrachtet werden. Auch er plädiert für die Verwendung des Begriffes *Conceptional Reconstruction*, welche ein aktives Umlernen und Neukonstruieren von Schülervorstellungen durch die Lernenden selbst meint. Die bestehenden Alltagsvorstellungen werden im Rahmen dieses Umlernens nicht als Lernhindernisse betrachtet, sondern als potentielle Lernhilfen und Anknüpfungspunkte für fachlich richtige Vorstellungen. Lebensweltliche Vorstellungen und fachlich geklärte, wissenschaftliche Vorstellungen werden dabei systematisch miteinander in Beziehung gesetzt (BAALMANN et al. 2004, 8). Dies kann laut KATTMANN (2016) auf vier Arten geschehen:

- **Anknüpfung:** Fachlich richtige Vorstellungen werden an einen Aspekt der Alltagsvorstellung angeknüpft, welcher mit der fachlichen Vorstellung am ehesten korrespondiert und damit für diese einen Ansatzpunkt bietet.
- **Perspektivenwechsel:** Im Rahmen des Perspektivenwechsels stellen sich Lernende ihrer eigenen Sichtweise aktiv gegenüber und versuchen, einen

anderen Blickwinkel einzunehmen. Die der Alltagsvorstellung zugrunde liegende Sichtweise kann so also durch einen anderen Blickwinkel ergänzt und damit eventuell revidiert werden.

- **Kontrast:** Die wissenschaftliche Vorstellung wird der Alltagsvorstellung als kontrastierende Alternative gegenübergestellt. Dieses Vorgehen kann bei den Lernenden zu einem Konflikt führen, da ihre Alltagsvorstellung nun nicht mehr mit dem neuen Wissen vereinbar ist. Diese Methode gleicht am ehesten jener des Konzeptwechsels, also des *Conceptual Change*. Sie kann jedoch auch ohne Konflikt über die Bühne gehen, wenn die neue wissenschaftliche Erklärung den Lernenden so attraktiv erscheint, dass sie diese annehmen und ihre Vorstellungen rekonstruieren, ohne diese vorher als minderwertig verworfen zu haben.
- **Brücke:** Manchmal bilden die Alltagsvorstellungen, welche den Lernenden bewusst gemacht werden, selbst eine Brücke zu den neuen, fachlich richtigen Vorstellungen, indem sie die Lernenden fachliche Mängel einer wissenschaftlichen Aussage erkennen lassen. Ein Beispiel dafür ist das weiter oben angeführte Ordnen von Wirbeltieren anhand ihres Lebensraumes und ihrer Fortbewegungsart²⁴.

Neben den vier Methoden, mit denen ein Vorstellungswandel bewirkt werden kann, müssen die Lernenden bzw. die neuen, fachlich korrekten Vorstellungen vier Bedingungen erfüllen, damit es überhaupt zu so einem Vorstellungswandel kommen kann. Diese vier Bedingungen, entnommen aus KRÜGER (2007), sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt:

²⁴ Nähere Informationen können dem Kapitel 2.2.2 entnommen werden.

Tabelle 5: Die vier Bedingungen für einen *Conceptual Change* (nach KRÜGER 2007, 83-84)

Bedingung	Beschreibung
Unzufriedenheit	Es muss Unzufriedenheit mit der existierenden Vorstellung herrschen, das Individuum muss also mit seinen bisherigen Annahmen unzufrieden sein. Erst, wenn das Vertrauen in eine alte Vorstellung verloren geht, ist man bereit, eine neue anzunehmen. Unzufriedenheit entsteht beispielsweise bei einem kognitiven Konflikt, welcher durch den radikalen Kontrast einer wissenschaftlichen Vorstellung mit einer Alltagsvorstellung hervorgerufen werden kann.
Verständlichkeit	Die neue Vorstellung muss rational und verständlich sein, damit Lernende die mit ihr verbundenen neuen Möglichkeiten erfassen können. Die SchülerInnen müssen hierbei jedoch bereits über einen Grundstock an Wissen verfügen, um neue Aspekte überhaupt verständlich zu finden. Eine neue Vorstellung wird also umso leichter angenommen, je besser sie zu bereits vorhandenem Wissen passt.
Plausibilität	Die neue Vorstellung soll den Anschein erwecken, Probleme lösen zu können, welche sich mit der alten Vorstellung nicht bewältigen lassen. Dies setzt wiederum ein Verständnis auf der Seite der Lernenden voraus. Die neue Vorstellung soll glaubwürdig erscheinen. Hierzu muss sie bis zu einem gewissen Grad mit den Überzeugungen der Lernenden in Einklang stehen und darf diese nicht vollkommen widerlegen.
Fruchtbarkeit	Die neue Vorstellung sollte den Lernenden neue Untersuchungsbereiche eröffnen und auf diese ebenso anwendbar sein. Hat ein Mensch

	<p>eine neue Vorstellung für verständlich und plausibel befunden, wird er versuchen, diese auf seine Erfahrungen anzuwenden und sie mithilfe der neuen Vorstellung zu erklären. Führt dies zu neuen Ansichten und Entdeckungen, wird die neue Vorstellung dem Individuum fruchtbar erscheinen und es wird sie auch weiterhin nutzen.</p>
--	--

Die Berücksichtigung dieser vier Bedingungen und die Anwendung der weiter oben beschriebenen Methoden ist umso wichtiger bei wissenschaftlichen Vorstellungen, die für die SchülerInnen so schwer zu verstehen sind, dass sie oft eine alternative Vorstellung durch eine andere ersetzen, anstatt die fachlich richtige Erklärung zu präferieren. Ein Beispiel für so eine wissenschaftliche Aussage wäre die Mutation als Ursache für Variation. Diese Annahme wird von den Lernenden aufgrund ihrer Komplexität nur selten als Alternative für ihre bisherigen Alltagsvorstellungen angenommen. Wie man sieht, neigen also einige alternative Vorstellungen eher als andere dazu, sich in Richtung des wissenschaftlichen Verständnisses zu entwickeln (WANDERSEE et al. 1995, 45). Nichtsdestotrotz ist ein Bewusstmachen und Reflexion aller Alltagsvorstellungen im Unterricht unumgänglich, will man als Lehrperson den Lernerfolg nachhaltiger gestalten. Im Unterricht sollen deshalb im Sinne einer fruchtbaren *Conceptual Reconstruction* folgende Phasen berücksichtigt werden (KATTMANN 2016, 20):

- **Bewusstmachen:** Alltagsvorstellungen werden explizit thematisiert.
- **Umlernen:** Alltagsvorstellungen werden gemäß den oben erwähnten Methoden mit fachlich richtigen Konzepten in Beziehung gesetzt.
- **Anwendung:** Das gelernte Konzept wird im Sinne der Fruchtbarkeit auf neue Beispiele übertragen.
- **Reflexion:** Die zuvor existierenden Alltagsvorstellungen werden mit dem neuen Konzept verglichen, sodass der eigene Lernerfolg wahrgenommen werden kann.

3. Fragestellung und Forschungsdesign

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, bei Lernenden der Jahrgangsstufe 8 vorhandene Schülervorstellungen zum Thema Pflanzenevolution zu erheben. Dies geschah mittels eines Online-Fragebogens mit diversen Antwortformaten²⁵ (in Abbildung 7 in orange eingezeichnet). In der Folge sollte die etwaige Veränderung dieser Vorstellungen nach der Teilnahme an einem zuvor konzipierten Lernkonzept zum Thema Evolution und „Litter-Trapper“-Pflanzen ermittelt werden. Die geplante Intervention ist in Abbildung 7 in gelb eingezeichnet. Die Ermittlung der Veränderung der Schülervorstellungen diente einer groben Evaluation des durchgeführten Lernangebots. Abschließend wurden mit einigen ausgewählten SchülerInnen leitfadenorientierte Interviews (in Abbildung 7 in grün eingezeichnet) durchgeführt, welche einer genaueren Evaluation der Intervention dienten und vertiefende Verständnisaspekte der Lernenden bezüglich der Evolutionsthematik aufdeckten. Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich also um eine klassische Interventionsstudie, im Rahmen derer durch einen Prä- und einen Posttest Schülervorstellungen erhoben wurden, um eine geplante und durchgeführte Intervention zu evaluieren. Damit ähnelt der Aufbau dieser Studie stark der von BRENNECKE (2014) im Rahmen ihrer Dissertation durchgeführten Untersuchung, was auch die teilweise Überschneidung der gestellten Forschungsfragen erklärt. Ein wesentlicher Unterschied beider Studien ist jedoch die Tatsache, dass BRENNECKE (2014) die durchgeführte Intervention erst nach gründlicher Erhebung von Schülervorstellungen durch einen Fragebogen und vertiefende Interviews konzipierte und deren Gelingen danach noch einmal durch einen Prä-Post-Test evaluierte. Die Intervention dieser Studie wurde schon im Vorfeld geplant und in der Folge durch die zweimalige Erhebung von Schülervorstellungen evaluiert. Eine Weiterentwicklung und Optimierung des Lernangebotes könnte Gegenstand einer Folgestudie sein²⁶. Die auf der nächsten Seite folgende Abbildung soll den genauen Ablauf der Studie in einer übersichtlichen Art und Weise darstellen:

²⁵ Nähere Informationen zum Fragebogen sind dem Kapitel 4.2 und insbesondere dem Kapitel 4.2.1 zu entnehmen.

²⁶ Siehe hierzu auch Kapitel 7.

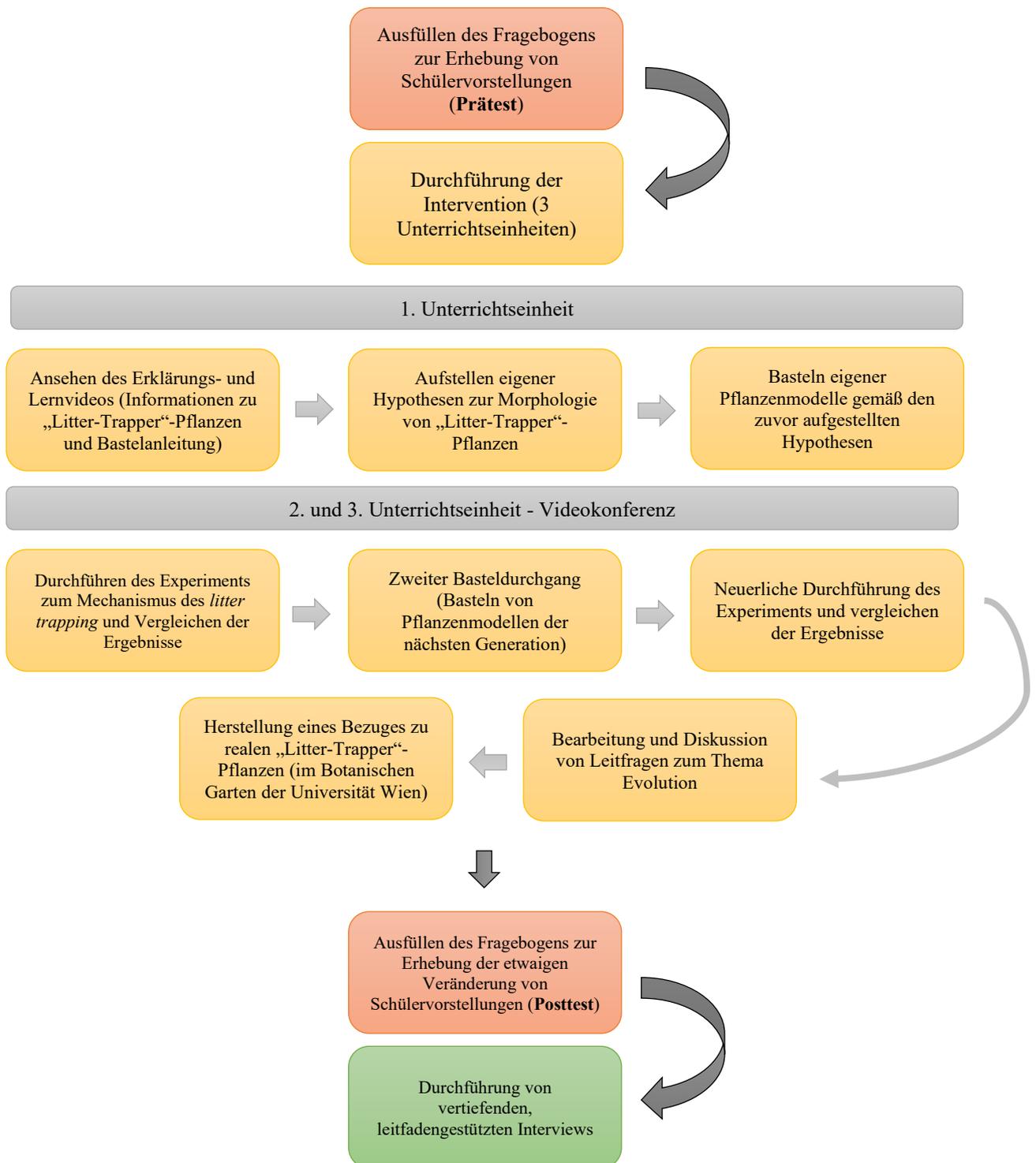


Abbildung 7: Forschungsdesign der vorliegenden Studie, gegliedert in die drei Teilbereiche **Fragebogen**, **Intervention** und vertiefende **Interviews** (angefertigt von Lisa Holzgruber)

Aus dem oben beschriebenen Forschungsdesign der Studie lässt sich nun folgende, übergeordnete Forschungsfrage für diese Arbeit ableiten:

Lässt sich das Verständnis evolutionärer Prozesse von SchülerInnen im Rahmen einer geplanten und durchgeführten Lerneinheit durch das Aufstellen eigener Hypothesen zum Aufbau von „Litter-Trapper“-Pflanzen und das Anfertigen eigener Modelle verändern bzw. verbessern?

Die einzelnen Teilschritte der Intervention untersuchen diverse Subfragestellungen, welche im Folgenden kurz dargestellt werden sollen. Auch hier zeigen sich wieder Überschneidungen mit den von BRENNECKE (2014) erforschten Fragen.

I Fragebogen:

- Welche Vorstellungen weisen Lernende der Jahrgangsstufe 8 in Bezug auf Evolution und Anpassung (bei Pflanzen) auf und wie groß ist ihr Interesse für diese Themen und den Biologieunterricht allgemein?
 - Wie groß ist das Interesse der Lernenden für das Fach Biologie?
 - Wie groß ist das Interesse der Lernenden für die Evolutionsthematik?
 - Wie groß ist das Interesse der Lernenden für Pflanzen im Biologieunterricht?
 - Welche Assoziationen haben die Lernenden zum Begriff ‚Evolution‘?
 - Welche Assoziationen haben die Lernenden zum Begriff ‚Anpassung‘?
 - Kennen die Lernenden Pflanzen mit speziellen Anpassungen bzw. das Konzept der „Litter-Trapper“-Pflanzen?
 - Wie erklären sich die Lernenden die Entstehung des Mechanismus des *litter trapping*?
 - Welche Assoziationen haben die Lernenden zum Begriff ‚vorteilhaft‘?

II Intervention:

- (Wie) verändern sich die Vorstellungen der Lernenden im Laufe der Durchführung der Intervention?

- Eignet sich das konzipierte Lernangebot, um eine Veränderung der Fehlvorstellungen hin zu fachlich korrekten Vorstellungen zu erreichen (*Conceptual Change*)?

III Interviews:

- Was haben die Lernenden aus der Intervention mitgenommen?
- Wie erlebten die Lernenden die Durchführung der Intervention und wie bewerten sie diese?
- **Vertiefung:** Wie erleben die Lernenden ihren Biologieunterricht und die Vermittlung der Evolutionsthematik? Welche vertiefenden Assoziationen haben die Lernenden zum Konzept der Anpassung und der Evolution? Wie denken die Lernenden über Pflanzen?

Abgeleitet aus den oben aufgelisteten Fragestellungen ergeben sich für die vorliegende Forschungsarbeit folgende zwei Hypothesen (H1 und H2), welche im Rahmen der Durchführung der Studie untersucht wurden:

H1: Das Verständnis evolutionärer Prozesse von SchülerInnen lässt sich im Rahmen einer geplanten und durchgeführten Lerneinheit durch das Aufstellen eigener Hypothesen zum Aufbau von „Litter-Trapper“-Pflanzen und das Anfertigen eigener Modelle verändern bzw. verbessern.

H2: Die Durchführung eines Lernangebots zum Thema Evolution bewirkt bei SchülerInnen eine Vorstellungsänderung hin zu wissenschaftlich korrekten Konzepten (*Conceptual Change*).

H0: Die durchgeführte Intervention zeigt keinerlei Auswirkungen auf die bei SchülerInnen vorhandenen Vorstellungen zum Thema Evolution.

4. Material und Methodik

Das folgende Kapitel widmet sich der Beschreibung und Begründung der Auswahl jener Methoden, mithilfe derer die Vorstellungen der an der Studie teilnehmenden SchülerInnen, sowie Stärken und Schwächen der durchgeführten Intervention ermittelt wurden. Zu Beginn soll außerdem noch auf die Auswahl der für die Studie gewählten Stichprobe eingegangen werden. Am Ende des Kapitels wird die geplante und durchgeführte Intervention dargestellt, wobei besonderes Augenmerk auf die hierbei verwendeten Methoden und Materialien gelegt werden soll.

4.1 Auswahl und Beschreibung der Stichprobe

Der im Rahmen meiner unveröffentlichten Bachelorarbeit²⁷ geplante Stationenbetrieb wurde für eine 4. Klasse (Jahrgangsstufe 8) konzipiert. Selbiges gilt auch für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Interventionsstudie. Die Wahl dieser Altersgruppe ergibt sich unter anderem aus der Verankerung des Themas dieser Arbeit im Lehrplan des Faches Biologie und Umweltkunde für die Sekundarstufe 1. Dort findet man im Kernbereich Tiere und Pflanzen des Lehrstoffes für die 4. Klasse Unterstufe folgende Angaben:

„An Beispielen ausgewählter Vertreter aus dem Tier- und Pflanzenreich sind Bau und Funktion sowie Zusammenhänge zwischen Bau, Lebensweise und Umwelt zu erarbeiten. Die Schwerpunkte bilden diejenigen Organismen, die für den Themenbereich Stadtökologie und das gewählte Ökosystem einer anderen Region von Bedeutung sind“ (Lehrplan der Neuen Mittelschule 2020, 76).

Im Kernbereich Ökologie und Umwelt wird das oben erwähnte *„Ökosystem einer anderen Region“* (Lehrplan der Neuen Mittelschule 2020, 76) noch genauer spezifiziert: *„Anhand von Stadtökologie und einem Ökosystem einer anderen Region (z.B. Meer, Regenwald) sind ökologische Grundbegriffe [...] zu vertiefen“* (Lehrplan der Neuen Mittelschule 2020, 76). Da „Litter-Trapper“-Pflanzen, die als Gegenstand der vorliegenden Studie dienen, typischerweise in tropischen Regenwäldern vorkommen, lässt sich eine Behandlung derselben im Rahmen des

²⁷ Siehe: Holzgruber, L. (2018). *Pflanzen, die ihre eigenen Blumentöpfe bilden. „Litter-Trapper“-Pflanzen als Gegenstand der Durchführung eines Stationenbetriebs für SchülerInnen im botanischen Garten der Universität Wien*. Wien: Unveröffentlichte Bachelorarbeit.

Unterrichts durchaus rechtfertigen. Ein weiterer Vorteil der Arbeit mit SchülerInnen der Jahrgangsstufe 8 ist die Tatsache, dass das Thema Evolution im Normalfall bereits in der Jahrgangsstufe 7 im Unterricht behandelt wird. Den TeilnehmerInnen der Studie waren daher einzelne Begriffe zum Thema zumindest in der Theorie bereits geläufig. Auf diese Weise konnten die Fragestellungen bzgl. der eigenen Vorstellungen zur Evolutionsthematik ohne größere Probleme beantwortet werden, selbst wenn die erhobenen Vorstellungen nicht durchgängig wissenschaftliche Korrektheit aufwiesen²⁸. Wie schon besprochen, sollte das Thema Evolution jedoch nicht isoliert in der Jahrgangsstufe 7 behandelt werden, sondern „[...] in verschiedenen Altersstufen im Sinne eines Spiralcurriculums immer wieder als eigenständiges Thema aufgegriffen werden“ (DREESMANN et al., 2011, 9). Auch aus diesem Grund eignet sich die Durchführung der Studie unter Rückgriff auf die Gruppe der „Litter-Trapper“-Pflanzen in der 4. Klasse gut. Auf diese Weise können eventuell bekannte Grundbegriffe und -konzepte zu den Themen Evolution und Anpassung anhand des botanischen Modellorganismus der „Litter-Trapper“-Pflanzen wiederholt und vertieft werden²⁹.

Ursprünglich ist die vorliegende Studie für eine Durchführung in der Grünen Schule im Botanischen Garten der Universität Wien konzipiert worden. Dort sind, wie schon erwähnt, auch Anschauungsobjekte von „Litter-Trapper“-Pflanzen vorhanden. Aufgrund der aktuellen Situation bzgl. COVID-19 und den damit verbundenen Schulschließungen und Ausgangsbeschränkungen im Sommersemester 2020 war es allerdings nicht möglich, mit einer Schulklasse im Botanischen Garten der Universität Wien zusammenzuarbeiten und das Angebot der Grünen Schule zu nutzen. Aus diesem Grund wurde das Konzept der geplanten Intervention gänzlich überarbeitet, um dieses dem gängigen Format des E-Learning zugänglich zu machen³⁰. Außerdem ergab sich die Notwendigkeit, ProbandInnen zu finden, die bereit waren, trotz der aktuell herausfordernden Umstände an vorliegender Studie teilzunehmen. Nach zahlreichen Überlegungen hatte ich schließlich das Glück, Mitte April 2020 eine Neue Mittelschule in meinem

²⁸ Für detaillierte Informationen zu den Ergebnissen der Studie siehe Kapitel 5.

²⁹ Inwieweit die Verwendung des Modellorganismus „Litter-Trapper“ von Interesse für eine erste Behandlung der Evolutionsthematik in der Jahrgangsstufe 7 wäre, soll in Kapitel 7 vorausschauend besprochen werden.

³⁰ Detailliertere Informationen zur Überarbeitung der geplanten Intervention finden sich in Kapitel 4.3.

Heimatbezirk in Niederösterreich zu finden, deren Direktion mir das Einverständnis erteilte, die Studie in der dortigen 4. Klasse durchzuführen. Ich plante, den Lernenden die Teilnahme an der Forschungsarbeit auf freiwilliger Basis zu ermöglichen, da diese durch die Umstellung des Unterrichtsbetriebes auf *Home-Learning*-Maßnahmen zum Teil schon genug ausgelastet waren. Im Laufe der Zeit wurde mir jedoch von einer an der NMS arbeitenden Biologielehrerin eine Zusammenarbeit angeboten, welche es mir ermöglichte, die geplante Intervention im Rahmen des von ihr abgehaltenen Biologieunterrichts durchzuführen, sobald die Schulen am 18. Mai wieder öffneten. Dadurch vergrößerte sich die Anzahl der TeilnehmerInnen und umfasste nun die gesamte 4. Klasse mit Ausnahme einer Schülerin, welche trotz beginnender Schulöffnungen im Mai 2020 nicht mehr am Präsenzunterricht teilnahm.

Die Stichprobe dieser Forschungsarbeit setzt sich nun wie folgt zusammen: Insgesamt nahmen 12 SchülerInnen an der vorliegenden Studie teil. Das Geschlechterverhältnis war mit insgesamt sieben männlichen Probanden und fünf weiblichen Probandinnen ausgewogen. Die TeilnehmerInnen waren zwischen 13 und 15 Jahre alt (siehe Abbildung 8 für eine genaue Aufteilung nach Alter) und besuchten alle dieselbe Klasse einer NMS (Jahrgangsstufe 8). Aufgrund der im Durchführungszeitraum der Studie geltenden Reglementierungen bzgl. COVID-19 wurden die Lernenden in zwei Gruppen (Gruppe 1 und Gruppe 2) unterrichtet. In jeder Gruppe befanden sich also sechs SchülerInnen, welche die verschiedenen, ihnen gestellten Aufgaben wochenweise versetzt erledigten³¹.

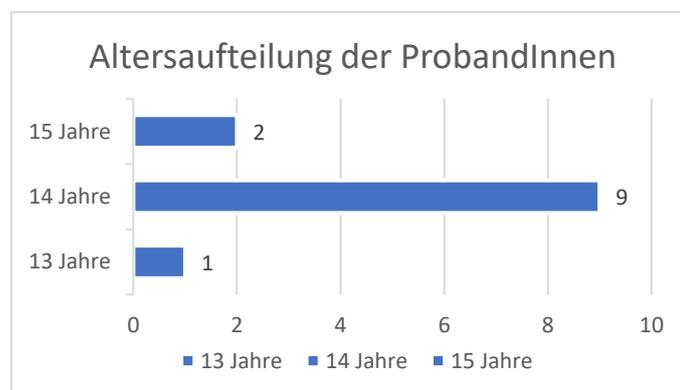


Abbildung 8: Altersaufteilung der ProbandInnen der vorliegenden Studie (angefertigt von Lisa Holzgruber)

³¹ Genauere Informationen zum organisatorischen System der Durchführung der Studie siehe die betreffenden Kapitel der einzelnen Teilschritte (z.B. Ausfüllen des Fragebogens, Durchführung der Intervention).

4.2 Methodenwahl

Gemäß dem Ziel fachdidaktischer Forschung in den Naturwissenschaften beschäftigt sich auch die vorliegende Arbeit mit dem Verstehen und der Verbesserung von Lehr- und Lernprozessen in einer konkreten Domäne (SCHECKER, PARCHMANN & KRÜGER 2014, 6). Erforscht wird im Rahmen dieser Arbeit die Entwicklung des Verständnisses eines naturwissenschaftlichen Konzeptes (SCHECKER et al. 2014, 6), nämlich jenem der Evolution, bei SchülerInnen der Jahrgangsstufe 8. Als Bezugsobjekt dienen die schon vielfach erwähnten „Litter-Trapper“-Pflanzen. Die naturwissenschaftsdidaktische Forschung bedient sich vielfältiger Methoden, Instrumente und Verfahren der empirischen Sozialforschung, welche auf die einzelnen, spezifischen Domänen der naturwissenschaftlichen Fachdidaktik abgestimmt werden (SCHECKER et al. 2014, 11). Auch im Rahmen der vorliegenden Studie galt es zu überlegen, auf welche Methoden zurückgegriffen werden sollte. Aufgrund der eher kleinen Stichprobenanzahl³² war schnell klar, dass die Forschungsarbeit sich eher auf qualitative Messinstrumente und Methoden stützen sollte. SCHECKER et al. (2014) betonen die Eignung qualitativer Methoden besonders für folgende Forschungsfelder:

- Wenn man herausfinden möchte, warum Menschen fachliche Inhalte unterschiedlich auffassen.
- Wenn man differenzierte Einblicke in Lernprozesse erhalten will.

Da beide Aussagen auf vorliegende Forschungsarbeit zutreffen, war die Entscheidung für die Durchführung von qualitativen Interviews schnell gefallen. LAMNEK (2010) beschreibt qualitative Interviews als ein Instrument, welches methodologisch über einen hohen Status verfügt (LAMNEK 2010, 301). Die Gründe hierfür sind vielfältig: Laut LAMNEK (2010) sind Interviews nicht nur authentisch, sie können auch aufgezeichnet werden und sind daher auch für außenstehende Personen nachvollziehbar und beliebig reproduzierbar³³. Mithilfe der Interviews plante ich, vertiefende Aussagen der Lernenden bzgl. ihrer

³² Insgesamt nahmen, wie schon erwähnt, 12 TeilnehmerInnen an der Studie teil.

³³ Detailliertere Informationen zum Aufbau, zur Gestaltung und zur Durchführung der qualitativen Interviews finden sich in Kapitel 4.2.2.

Vorstellungen zum Thema Evolution zu erhalten. Des Weiteren diene die qualitative Form der Befragung einer subjektiven Bewertung der durchgeführten Intervention durch die ProbandInnen. Da das umfassende Ziel vorliegender Studie jedoch die mehr oder weniger repräsentative Erhebung und Evaluation von Schülervorstellungen zur Evolutionsthematik bei Pflanzen ist und aus diesem Grund die gesamte Stichprobe befragt werden sollte, entschied ich mich für die Hinzunahme einer quantitativen Methode³⁴ und damit für ein *Multi-Method-Design* (SCHECKER et al. 2014, 12). SCHECKER et al. (2014) schreiben hierzu:

„Durch die Verwendung verschiedener Methoden – auch in Verbindung mit qualitativen und quantitativen Verfahren – gewinnt man Einblicke in Prozesse und Ergebnisse aus verschiedenen Blickwinkeln und kann die gewonnen Aussagen stärker empirisch fundieren“ (SCHECKER et al. 2014, 12).

Durch die Verbindung der qualitativen Interviews mit der quantitativen Methode des Online-Fragebogens erhoffte ich mir, detailliertere und aussagekräftigere Aussagen der Lernenden zu den verschiedenen angesprochenen Thematiken zu erhalten. Die Kombination mehrerer Methoden bot sich in meiner Studie besonders an, da nur eine geringe Anzahl an ProbandInnen daran teilnahm und durch die *Mixed Methods* tiefgreifendere Informationen erhoben werden konnten. Des Weiteren ermöglichte mir der Rückgriff auf einen Fragebogen die Prä-Post-Erhebung von bei den Lernenden vorhandenen Konzepten und Vorstellungen und damit eine oberflächliche Beurteilung der Wirksamkeit der zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten durchgeführten Intervention. Auch SCHECKER et al. (2014) betonen die Verwendung von quantitativen Forschungsmethoden bei Fragen zur Wirksamkeit von Lehr- und Lernkonzeptionen. Als zusätzliche Informationsquelle im Rahmen der Datenauswertung dienten mir während der Studie angefertigte Produkte der teilnehmenden SchülerInnen (z.B. gebastelte Pflanzenmodelle, ausgefüllte Arbeitsblätter etc.).

4.2.1 Prä-Post-Fragebogen³⁵ zur Erhebung von Schülervorstellungen

Wie schon erwähnt, handelt es sich beim Einsatz eines Fragebogens um eine quantitative Erhebungsmethode, welche vorwiegend zur Untersuchung von

³⁴ Durchführung einer Befragung mittels Online-Fragebogen.

³⁵ Der gesamte Fragebogen befindet sich zur Anschauung im Anhang dieser Arbeit.

Interessen, Einstellungen oder Einschätzungen der ProbandInnen angewendet wird (SCHECKER et al. 2014, 12). Im Fall der vorliegenden Studie diente der Fragebogen zur Erhebung von Schülervorstellungen vor und nach der Durchführung einer geplanten Intervention und zur Ermittlung etwaiger Veränderung. Aus diesem Grund wurden den ProbandInnen dieselben Fragen zweimal gestellt. Neben Fragen mit **offenen Antwortformaten**, welche sich hauptsächlich dem Verständnis der Lernenden bzgl. der Evolutions- und Anpassungsthematik widmeten, wurden im Fragebogen auch Fragen verwendet, welche mit mehrstufigen Ratings im Sinne einer sogenannten **Likert-Skala**³⁶ (SCHECKER et al. 2014, 12) beantwortet werden konnten. Letzterer Fragentyp wurde eingesetzt, um das Interesse der ProbandInnen am Biologieunterricht generell, an der Vermittlung von Evolutionsthemen und an Pflanzen im Biologieunterricht zu ermitteln. Auch diese Fragen wurden nach der Intervention ein zweites Mal gestellt, um etwaige Unterschiede in der Beantwortung zu erheben.

Der in dieser Arbeit eingesetzte Fragebogen korreliert in einigen Aspekten mit jenem Prä-Post-Test, welchen auch BRENNECKE (2014) in ihrer Studie anwandte, um Schülervorstellungen vor und nach der von ihr geplanten Intervention zu erheben. Auch BRENNECKE (2014) ermittelte die Schülervorstellungen mittels offenen Antwortformaten. Diese ermöglichen es den SchülerInnen, ihre persönlichen Denk- und Argumentationsweisen darzulegen (HAMMANN & JÖRDENS 2014, 169). Auch TIEMANN und KÖRBS (2014) betonen, dass es bei der Beantwortung von Fragen im Rahmen eines Fragebogens nur selten um richtige oder falsche Antworten geht, sondern vielmehr darum, die persönlichen Sichtweisen der ProbandInnen zu erfassen. Selbiges war auch bei dem für die vorliegende Studie konzipierten Fragebogen der Fall. Ein Nachteil von offenen Antwortformaten ist natürlich die Schwierigkeit ihrer Auswertung³⁷ aufgrund der Individualität der Aufgabenbearbeitung (HAMMANN & JÖRDENS 2014). Da die im vorliegenden Fragebogen gestellten Fragen jedoch

³⁶ Im vorliegenden Fragebogen wurden der Biologieunterricht, sowie die Vermittlung von Evolutionsthemen mittels fünf verschiedener Smileys von den SchülerInnen bewertet. Auch die Aussage *Ich finde Pflanzen im Biologieunterricht spannender als Tiere* konnte mittels einer fünfstufigen Likert-Skala (von *Stimmt gar nicht* bis *Stimmt völlig*) bewertet werden.

³⁷ Genauere Informationen zur Auswertung der im Rahmen des Fragebogens beantworteten Fragen siehe nächstes Unterkapitel *Auswertung des Fragebogens*.

recht kurze Antworten verlangten und keine ausführlichen Antworten im narrativen Textformat, war die Auswertung derselben nicht problematisch.

Der Fragebogen wurde mittels der kostenfreien Plattform *SoSci Survey* erstellt und anhand eines dort generierten Teilnahmelinks den SchülerInnen zugänglich gemacht. Diese füllten den Fragebogen zweimal nach folgendem zeitlichem Schema aus (siehe Tabelle 6):

Tabelle 6: Zeitplan für das Ausfüllen des Fragebogens (anfertigt von Lisa Holzgruber)

	Gruppe 1 (6 SchülerInnen)	Gruppe 2 (6 SchülerInnen)
Prätest (Durchführungsort, Datum)	Durchführung in der Schule, 18.05.2020	Durchführung in der Schule, 25.05.2020
Posttest (Durchführungsort, Datum)	Durchführung in der Schule, 15.06.2020	Durchführung in der Schule, 08.06.2020

Genese, Aufbau und Testung des Fragebogens

Der verwendete Fragebogen wurde im Rahmen einer mehrwöchigen Tätigkeit konzipiert und mehrmals verändert. Er setzt sich aus folgenden Teilen zusammen, die nach TIEMANN und KÖRBS (2014) zu verschiedenen Themenbereichen³⁸ zusammengefasst und eine logische Reihenfolge gebracht wurden:

- Erhebung soziodemographischer Hintergrunddaten (nach TIEMANN & KÖRBS 2014, 286) wie Geschlecht, Alter und Klassenstufe.
- Erhebung des persönlichen Interesses für den Biologieunterricht, den Evolutionsunterricht, sowie für die Behandlung von Pflanzen im Biologieunterricht mittels einer fünfstufigen Likert-Skala.
- Begriffsklärung und persönliches Konzept von den Begriffen *Evolution* und *Anpassung*.
- Fragen nach der Wichtigkeit von Evolution für Pflanzen (geschlossene Frage) und nach Pflanzen, die besondere Anpassungen aufweisen.

³⁸ Die drei im Fragebogen abgehandelten Themenbereiche waren folgende: Evolution und Anpassung allgemein, Evolution bei Pflanzen, Mechanismus des *litter trapping* und dessen Entstehung.

- Fragen nach der Entstehung des Mechanismus des *litter trapping* mittels visueller Stimuli (gezeichnete Skizze und *Concept Cartoon*). Die Methode des *Concept Cartoons* zur Erhebung von Schülervorstellungen wurde auch von KATTMANN (2016) in seiner Methodenaufstellung erwähnt. Bei einem *Concept Cartoon* diskutieren vier Personen miteinander über ein spezifisches Thema. In den Sprechblasen finden sich die unterschiedlichsten Schülervorstellungen, von denen nur eine fachlich korrekt ist. Die SchülerInnen stimmen einer Person zu und begründen kurz ihre Antwort (KATTMANN 2016, 18).
- Begriffsklärung und persönliches Konzept des Begriffes *vorteilhaft*.

Wie schon bei BRENNECKE (2014), so wurde auch im Rahmen des vorliegenden Fragebogens von den Lernenden erbeten, in einem ersten Schritt einen persönlichen Code bzw. eine ID (TIEMANN & KÖRBS 2014, 286) zu generieren. Eine solche ID ist zwingend notwendig, wenn ProbandInnen im Rahmen eines Prä-Post-Tests wiederholt befragt werden. Auf diese Weise können die beiden von einer Person ausgefüllten Fragebögen einander zugeordnet werden, wobei die Anonymität der betreffenden Person gewahrt wird (TIEMANN & KÖRBS 2014, 286).

Am 10. April 2020, rund einen Monat vor dem erstmaligen Ausfüllen des Fragebogens durch die ProbandInnen, wurde dieser von insgesamt fünf Personen getestet und evaluiert. Bei den ausgewählten Testpersonen handelt es sich um SchülerInnen aus der gleichen bzw. einer ähnlichen Altersgruppe wie die tatsächlichen ProbandInnen. Im Rahmen dieser Testung erhielt ich wichtige Anmerkungen, beispielsweise über noch vorhandene Tippfehler in den Fragen bzw. über Aspekte der graphischen Darstellung der Fragen am Computer. Die angesprochenen Thematiken wurden im Laufe der nächsten Wochen behoben. Die gestellten Fragen selbst wurden von den Testpersonen durchgängig als klar und leicht verständlich deklariert.

In der Woche vor dem erstmaligen Ausfüllen des Fragebogens durch die TeilnehmerInnen wurde dieser einem von der Plattform *SoSci Survey* empfohlenen, technischen Test unterzogen, im Rahmen dessen überprüft wurde,

ob die Beantwortung der Fragen richtig aufgezeichnet und gespeichert werden würde. Diese technische Testung verlief ohne Probleme und Auffälligkeiten.

Auswertung des Fragebogens

Da der Fragebogen sich hauptsächlich aus offenen Fragen zusammensetzte, erfolgte die Auswertung desselben angelehnt an die Ausführungen von HAMMANN und JÖRDENS (2014) bezüglich der Codierung offener Aufgaben. Die gewonnenen Daten wurden von der Software *SoSci Survey* automatisch in Form einer Excel-Tabelle gespeichert, was die übersichtliche Darstellung und die spätere Zuordnung und Aufgliederung der Antworten in Kategorien enorm erleichterte. HAMMANN und JÖRDENS (2014) gliedern den Auswertungsprozess offener Aufgaben in die Vorgänge der Kategorienbildung und der daran anschließenden Codierung, welche den eigentlichen Schritt der Zuordnung von Antworten oder Antwortteilen zu den einzelnen Kategorien darstellt. Die Kategorien müssen empirisch sinnvoll und logisch voneinander unabhängig sein, um eine unverfälschte Auswertung zu ermöglichen (HAMMANN & JÖRDENS 2014, 170-171). Sie lassen sich deduktiv oder induktiv bilden. Im Fall der vorliegenden Studie wurden die Kategorien vorwiegend induktiv gebildet, das bedeutet, sie wurden direkt aus dem gewonnenen Datenmaterial heraus definiert. HAMMANN und JÖRDENS schreiben hierzu: *„Dies erfolgt [...] durch systematisches Vergleichen der Antworten und durch die interpretative Ermittlung von Ähnlichkeiten und Unterschieden im Verständnis“* (HAMMANN & JÖRDENS 2014, 172). Einige Kategorien basieren jedoch auf empirischen Befunden zu Schülervorstellungen und wurden deshalb schon vor der Auswertung festgelegt. Diesen Vorgang nennt man deduktive Kategorienbildung (HAMMANN und JÖRDENS 2014, 172). Um den Vorgang der Codierung transparent zu gestalten, empfiehlt sich die Anfertigung eines Codierleitfadens. Dieser ermöglicht auch anderen CodiererInnen die Zuordnung der gegebenen Antworten zu einer bestimmten Auswertungskategorie (HAMMANN & JÖRDENS 2014, 175). MAYRING (2007) empfiehlt die Gliederung eines Codierleitfadens in vier Komponenten: Bezeichnung der Kategorie, Definition, Ankerbeispiele und Codierregeln. Im Anhang befindet sich der von mir angefertigte Codierleitfaden, welcher mit leichten Abänderungen dieser Anleitung folgt. Nach der Zuordnung der

Antworten zu den einzelnen Kategorien erfolgt deren statistische Auswertung. Hierfür werden die einzelnen Kategorien mit Ziffern versehen (siehe HAMMANN & JÖRDENS 2014, 176), um die statistische Auswertung mit Programmen wie beispielsweise SPSS zu ermöglichen. Auf eine solche Auswertung mithilfe einer Software konnte im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden, da insgesamt nur 24³⁹ Datensätze vorlagen, welche mithilfe einer Excel-Übersicht⁴⁰ gut ausgewertet werden konnten. Die ausgewerteten Daten aus dem Fragebogen finden sich verschriftlicht und mit Grafiken unterlegt in den Kapiteln 5.1 und 5.2.

4.2.2 Leitfadengestützte Interviews

Im Anschluss an die Intervention wurde mit zwei Schülerinnen und einem Schüler ein qualitatives Interview geführt. Ziel dieser Interviews war es, vertiefende Aussagen zur Evolutionsthematik zu erhalten, sowie die durchgeführte Intervention von den Lernenden bewerten zu lassen. Im folgenden Kapitel soll der Aufbau des Interviews erläutert, sowie dessen Durchführung und Auswertung und die Auswahl der ProbandInnen näher beleuchtet werden.

Genese des Interviewleitfadens

Um die durchgeführten Interviews zu strukturieren und den SchülerInnen in ihren Ausführungen gezielte Anhaltspunkte zu bieten, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie ein Interviewleitfaden⁴¹ eingesetzt. Dieser wurde nach dem SPSS-Prinzip (Helfferich 2005, zit. in LAMNEK 2010, 322) generiert. In einem ersten Schritt wurden möglichst viele mögliche Fragen gesammelt und aufgelistet. Anschließend wurden diese Fragen noch einmal durchgearbeitet und besonders auf das Prinzip der Offenheit (LAMNEK 2010, 318), ein wichtiges Kriterium qualitativer Sozialforschung, hin untersucht. Die verbleibenden Fragen wurden dann nach inhaltlichen Aspekten geclustert und in eine thematisch logische Reihenfolge gebracht. Es wurde auch darauf geachtet, die einzelnen Fragen unter einfache Erzählaufforderungen zu subsumieren, um den Lernenden eine

³⁹ Zwölf Datensätze wurden im Rahmen des Prätests erhoben und zwölf im nach der Intervention stattfindenden Posttest.

⁴⁰ Auch die Excel-Übersicht mit der Aufgliederung der Antworten in verschiedene Kategorien befindet sich im Anhang.

⁴¹ Der komplette Interviewleitfaden befindet sich zur Veranschaulichung im Anhang.

möglichst offene und freie Thematisierung der einzelnen Themenblöcke zu gewährleisten. Der verwendete Leitfaden gliedert sich in vier große Blöcke:

- Vertiefende Fragen zu Evolutionsthemen
- Interessen im Biologieunterricht
- Vergleich der Intervention mit dem bisherigen Evolutionsunterricht
- Persönliche Meinung zur Intervention

Im Interview wurden nicht nur Aspekte zu evolutionsbiologischen Schülervorstellungen und Stärken und Schwächen der durchgeführten Intervention erhoben, sondern auch bestimmte Thematiken bezüglich des Biologie- und des Evolutionsunterrichts. Die Einbeziehung dieser Aspekte gründet auf den Ergebnissen mehrerer Studien, welche einerseits die sogenannte *Plant Blindness* betonen (siehe z.B. LAMPERT, SCHEUCH, KIEHN 2018b, WANDERSEE & SCHUSSLER 1999) und andererseits auf die Schwierigkeiten der unterrichtlichen Vermittlung von Evolutionsthemen eingehen (siehe z.B. KATTMANN 1995, WANDERSEE et al. 1995). Ein wichtiges Ziel der durchgeführten Interviews war es, nachzuweisen, ob jene Aspekte auch in der von mir befragten Stichprobe von Relevanz waren. Die Erhebung des generellen Interesses für Pflanzen im Biologieunterricht war für mich im Rahmen der vorliegenden Studie von besonderem Interesse, da es sich hierbei um eine der wenigen Vorstellungserhebungen mit pflanzlichem Schwerpunkt handelt. Das spezielle Thema der „Litter-Trapper“-Pflanzen wurde noch nie in dieser Form zur Vermittlung der Evolutionsthematik eingesetzt. Im Interviewleitfaden kamen sowohl offene Einstiegsimpulse, als auch Aufgabenstellungen mit und ohne Material (NIEBERT & GROPEGIEßER 2014, 128) zum Einsatz. Die offenen Einstiegsimpulse sind fundamental, um mit den Befragten ins Gespräch zu kommen. Sie wurden deshalb während der Interviews vor allem zu Beginn eingesetzt, um eine halbwegs angenehme und vertraute Gesprächsatmosphäre zu schaffen⁴². Während der Befragung wurde auch ein Bild⁴³ verwendet, welches von den Lernenden beschrieben werden sollte. Es handelt sich um die Darstellung des immer länger werdenden Halses einer Giraffe. Die ProbandInnen sollten die

⁴² Beispiele für offene Einstiegsimpulse sind folgende: *Erzähle mir zu Beginn etwas über dich selbst* oder *Erzähle mir, was du unter dem Begriff Anpassung verstehst*.

⁴³ Das besagte Foto befindet sich ebenfalls im Leitfaden im Anhang.

Grafik gemäß ihren eigenen Vorstellungen analysieren und interpretieren, um mir einen Eindruck über die ihren Ausführungen zugrunde liegenden Vorstellungen zu ermöglichen.

Auswahl der ProbandInnen

Bei der Auswahl der ProbandInnen setzte ich vor allem auf deren freiwillige Teilnahme bzw. Selbstmeldung (siehe auch LAMNEK 2010, 351). Im Anschluss an die zuvor durchgeführte quantitative Erhebung suchte ich nach drei bis vier bereitwilligen InterviewpartnerInnen, welche ich schlussendlich in Leonie, Elisabeth und Markus⁴⁴ fand. Bei der Auswahl von ProbandInnen für ein Interview ist es wichtig, die InterviewpartenrInnen nicht aus dem eigenen Bekanntenkreis zu rekrutieren, da dies zu verzerrten Ergebnissen führen könnte (LAMNEK 2010, 353). Diese Problematik stellte sich bei der vorliegenden Studie nicht, da mir die drei interviewten Kinder vor der Intervention nicht näher bekannt waren. Bei der Auswahl von ProbandInnen für ein qualitatives Interview kommt die Methode des *Theoretical Sampling* zum Einsatz. Das bedeutet, dass es sich bei der Auswahl der Befragten nicht um eine Zufallsstichprobe handelt, weil es ihm Rahmen der Befragungen nicht um Repräsentativität, sondern um typische Fälle geht (LAMNEK 2010, 352). In den drei interviewten Kindern waren solche typischen Fälle glücklicherweise gegeben, auch wenn die SchülerInnen primär nicht deswegen, sondern aufgrund ihrer freiwilligen Teilnahme ausgewählt wurden. Alle drei Befragten kommen aus der gleichen Ortschaft im ländlichen Bereich und haben damit uneingeschränkten Zugang zur Natur⁴⁵. Das Geschlechterverhältnis stellte sich als relativ ausgeglichen dar, da sich auch ein Junge, Markus, freiwillig für die Befragung meldete. Während die beiden Mädchen, Leonie und Elisabeth, im Fach Biologie stets ausgezeichnete Noten erhalten hatten, waren Markus' Leistungen in Naturwissenschaften während seiner Schulzeit eher mittelmäßig. Ähnliche Befunde spiegeln sich auch im Interesse der Kinder für Biologie und die Natur wider⁴⁶.

⁴⁴ Aus Gründen des Datenschutzes und der Anonymisierung handelt es sich hier nicht um die echten Namen der Kinder, sondern um zufällig ausgewählte Namen, welche auch in der weiteren Arbeit verwendet werden.

⁴⁵ Wälder, Berge und ein See befinden sich in der näheren Wohnumgebung der SchülerInnen.

⁴⁶ Genauere Informationen zu den detaillierten Ergebnissen der Interviews finden sich in Kapitel 5.3.

Aspekte der Interviewdurchführung

Alle Interviews wurden am 22. Juni 2020 durchgeführt. Als Ort der Durchführung wurde die Schulküche gewählt, da diese zum Zeitpunkt der Interviews nicht benutzt wurde und daher den SchülerInnen eine störungsfreie Atmosphäre für die Gespräche bot. Der Raum war den Lernenden vertraut und gewährleistete dank des gemütlichen Ambientes mit Regalen und Zierpflanzen eine entspannte Gesprächssituation. Auch LAMNEK (2010) betont die Wichtigkeit, die Befragungen in einer für die ProbandInnen gewohnten Umgebung durchzuführen, da dieses vertraute Ambiente die doch recht ungewöhnliche Befragungssituation relativiert. Aufgrund der aktuellen Situation bzgl. COVID-19 war eine Befragung von Angesicht zu Angesicht nicht möglich, weshalb die Interviews via *Microsoft Teams* durchgeführt wurden. Diese Art der Interviewdurchführung birgt sowohl Vor- als auch Nachteile. Zum Einen erhöhte das Format des Online-Telefonates die Menge an störenden Hintergrundgeräuschen, die die Gespräche von Zeit zu Zeit unterbrachen. Dennoch ermöglichte die Videotelefonie das Einbeziehen des für qualitative Sozialforschung unabdingbare visuelle Element (LAMNEK 2010, 315), welches für den persönlichen Aspekt eines jeden Gespräches fundamental ist. Die Interviews wurden doppelt aufgezeichnet, einmal direkt über die Software *Microsoft Teams* und einmal zusätzlich mit dem Mobiltelefon. Die Aufzeichnung über *Teams* war audiovisueller Natur, wodurch auch non-verbale Details, wie z.B. Gestik, Mimik und Motorik (LAMNEK 2010, 356) der ProbandInnen, für die Interpretation der verbalen Aussagen herangezogen werden konnten. Auf diese Art und Weise konnte die Datenerfassung ganzheitlicher und ohne Reduktion auf verbale Äußerungen erfolgen (LAMNEK 2020, 359). Durch den Einsatz offener Fragen, welche die ProbandInnen einladen sollten, möglichst ungezwungen zu antworten und das Schaffen einer möglichst vertrauten Erhebungssituation wurde versucht, eine kollegiale Atmosphäre anzustreben, welche den SchülerInnen das Gefühl geben sollte, an einer alltäglichen Kommunikationssituation teilzunehmen. Dieses kollegiale Ambiente ist auch der Grund, weshalb sich die gewisse Asymmetrie der Kommunikationssituation in einem qualitativen Interview nicht so stark bemerkbar macht wie in einer standardisierten Befragung (LAMNEK 2010, 324). LAMNEK (2010) beschreibt die Gesprächssituation während einer qualitativen Befragung wie folgt: „Jemand erzählt und andere hören interessiert zu“

(LAMNEK 2010, 324). Damit stellte ein qualitatives Interview eine nicht unübliche Alltagssituation dar. Natürlich erfordert eine qualitative Befragung von den Befragten ein hohes Maß an kommunikativer Kompetenz, da diese in nachvollziehbarer Form auf die Impulse und Fragen des Interviewers/der Interviewerin eingehen müssen. Die Tatsache, dass die ProbandInnen sich oft erst in Gedanken eine passende Antwort auf die doch recht komplexen Fragen zurechtlegen mussten, erklärt die teilweise langen Pausen im Fortgang des Gesprächs. Um die Gesprächssituation zu verbessern und den ProbandInnen das Gefühl zu geben, verstanden zu werden, wurden während der Gespräche häufig sogenannte Paraphrasierungen eingesetzt. Im Rahmen dieser wurden die Aussagen der Befragten zusammengefasst und laut von mir wiederholt. Durch das Zusammenfassen und Wiederholen der Aussagen der InterviewpartnerInnen werden diese zu weiteren Aussagen angeregt und Fehlinterpretationen werden verhindert (LAMNEK 2010, 362).

Aufbereitung der Daten (Transkribieren und Redigieren der Aussagen)

Gemäß KRÜGER & RIEMEIER (2014) lässt sich die qualitative Analyse der in einem Interview erhobenen Daten in drei Schritte gliedern: Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenauswertung. Diese Dreigliederung soll sich auch in der thematischen Gliederung dieses Kapitels widerspiegeln. Eine wichtige Methode zur Aufbereitung und Auswertung von gewonnenen Daten ist die sogenannte Qualitative Inhaltsanalyse (GROPENGLIEßER 2008, nach MAYRING 2007). Die Auswertung der vorliegenden Interviews erfolgte anhand einer vereinfachten Version dieses Verfahrens, wobei die Schritte der Datenaufbereitung (Transkribieren und Redigieren) gemäß der Qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt wurden, die Schritte der Datenauswertung jedoch der vereinfachten Methode nach LAMNEK (2010) folgen und sich in Einzelanalysen und generalisierende Analysen gliedern, im Rahmen derer die Aussagen der InterviewpartnerInnen auch geordnet und kategorisiert wurden. Der Hauptgrund für die Durchführung der Datenaufbereitung und -auswertung in einer abgespeckten Form ist zum Einen die geringe Menge an vorliegendem Datenmaterial, zum Anderen die Tatsache, dass die Qualitative Inhaltsanalyse in ihrer Gänze hauptsächlich der Rekonstruktion von diversen Vorstellungen zu einer

bestimmten Thematik dient. Da im Rahmen der vorliegenden Interviews jedoch nicht nur Schülervorstellungen, sondern vor allem auch persönliche Meinungen und Ansichten erhoben wurden, entschied ich mich dafür, die Schritte der Explikation und Einzelstrukturierung zu vereinfachen bzw. teilweise auszulassen. Der wichtigste Aspekt der Datenaufbereitung ist nun die sogenannte **Transkription**, im Rahmen welcher die aufgezeichneten, mündlichen Äußerungen der ProbandInnen in einem Text verschriftlicht werden (KRÜGER & RIEMEIER 2014, 135). Das Transkript ermöglicht den Nachvollzug der Interviews auch ohne Vorhandensein der originalen Aufnahme. Es erhöht das Maß an methodischer Sicherheit, da es dem Leser/der Leserin ermöglicht, die Interpretationen des Forschers/der Forscherin zu überprüfen und zu hinterfragen (LAMNEK 2010, 356). Um die Konversation trotz Verschriftlichung in möglichst authentischer Art und Weise darzustellen, müssen bestimmte Regeln für die Behandlung nonverbaler Aspekte des Gesprächs aufgestellt werden. Diese Aspekte sind für die Interpretation des Gesagten von erheblicher Bedeutung und müssen deshalb ins Transkript aufgenommen werden (LAMNEK 2010, 367). In der Folge (Tabelle 7) finden sich die Transkriptionsregeln, welche großteils von KRÜGER & RIEMEIER (2014) übernommen wurden:

Tabelle 7: Transkriptionsregeln (nach KRÜGER und RIEMEIER 2014, 136-137)

-	kurze Pause
---	lange Pause
<u>unterstrichen</u>	starke Betonung
A b s t a n d	langgezogenes Wort
[eckige Klammern]	Nebengeräusche, Zusatzinformationen, nonverbale Aspekte, technische Hinweise

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden lediglich Teiltranskripte (KRÜGER & RIEMEIER 2014, 135) angefertigt. Das bedeutet, dass nur jene Sequenzen verschriftlicht wurden, die im Sinne der Fragestellung einen bestimmten Inhalt vermitteln und daher für die Datenauswertung von Bedeutung sind. Die Einstiegs- und Schlussworte wurden nicht transkribiert. Die SchülerInnen sprachen großteils

im niederösterreichischen Dialekt, welcher in den Transkripten zur besseren Lesbarkeit bereits bereinigt wurde. Satzbau- und Grammatikfehler sowie Verzögerungen des Gesprächs durch Stottern wurden jedoch ins Transkript übernommen, ebenso wie Wiederholungen, Sprechpausen und Rezeptionssignale (KRÜGER & RIEMEIER 2014, 136). Nach allen drei Interviews wurde ein kurzes Postskriptum angefertigt, welches den Transkripten⁴⁷ beigefügt wurde und Besonderheiten über die einzelnen ProbandInnen enthält, welche nicht während des Interviews gewonnen wurden (LAMNEK 2010, 386). Der Prozess des **Redigierens** bedeutet schließlich eine erste Interpretation, Reduktion und sprachliche Glättung des gewonnenen Datenmaterials (KRÜGER & RIEMEIER 2014, 138ff.). Die Aussagen der InterviewpartnerInnen wurden Zeile für Zeile in eine grammatikalisch akzeptable Form gebracht und es wurden ganze Sätze formuliert. Bedeutungstragende Aussagen wurden herausgefiltert, nebensächliche Informationen und Füllwörter wurden ausgelassen. Durch diesen Prozess kommt es zu einer Kürzung des ursprünglichen Transkriptes. In der redigierten Fassung des Textes sollen die Aussagen der ProbandInnen unabhängig von den Beiträgen des Forschers/der Forscherin verstanden und interpretiert werden. KRÜGER & RIEMEIER (2014) schlagen vor, die Fragen und Einwürfe des Interviewers/der Interviewerin in geschwungenen Klammern in die redigierten Aussagen⁴⁸ zu integrieren. So wurde im Rahmen dieser Arbeit auch vorgegangen.

Auswertung der Interviews (Kategorisieren und Ordnen der Aussagen, Einzelanalyse und generalisierende Analyse)

Die Auswertung der erhobenen Daten orientierte sich an den Vorschlägen von LAMNEK (2010) und gliedert sich dementsprechend in Einzelanalysen und generalisierende Analysen der vorliegenden Interviews (LAMNEK 2010, 368ff.). Zunächst wurden die redigierten Aussagen jedoch gemäß der Qualitativen Inhaltsanalyse geordnet, das heißt nach thematischen Sinneinheiten zusammengefasst und dadurch bestimmten Kategorien zugeordnet (KRÜGER & RIEMEIER 2014, 139). Die Hauptkategorien orientieren sich an den Themenblöcken des Interviewleitfadens und untergliedern sich in diverse

⁴⁷ Die vollständigen Transkripte aller drei durchgeführten Interviews befinden sich im Anhang.

⁴⁸ Auch die redigierten Aussagen aller InterviewpartnerInnen befinden sich im Anhang.

Unterkategorien, die teils induktiv und teils deduktiv gebildet wurden. Die von LAMNEK (2010) in einem nächsten Schritt vorgeschlagene Einzelanalyse der Interviews ist eine Kombination aus den Schritten Redigieren und Explikation der Qualitativen Inhaltsanalyse. Die redigierten und geordneten Aussagen wurden nun in einem Fließtext kommentiert und bewusst wertend zu einer ersten, groben Charakterisierung der einzelnen Interviews integriert (LAMNEK 2010, 368). Dabei wurden auch die Besonderheiten der einzelnen Gespräche herausgearbeitet. Die generalisierende Analyse blickte in der Folge über das einzelne Interview hinaus. Ziel war es, allgemeinere theoretische Erkenntnisse zu erhalten (LAMNEK 2010, 368). Es wurde darauf geachtet, Gemeinsamkeiten und wesentliche inhaltliche und methodische Unterschiede der Interviews herauszustellen, zu analysieren und zu interpretieren. Die genauen Ergebnisse der Einzel- und generalisierenden Analysen finden sich in Kapitel 5.3.

4.3 Durchführung der Intervention

Wie schon erwähnt, war ursprünglich eine Durchführung der Intervention direkt im Botanischen Garten der Universität Wien geplant. Dies erwies sich aufgrund der aktuellen Situation in Verbindung mit COVID-19 als nicht möglich. Die Intervention musste also in irgendeiner Form an den *Online*-Unterricht angepasst werden. Dazu wurde das Konzept mehrere Male verändert und adaptiert. Die ursprünglich geplante Intervention setzte sich aus folgenden, unten noch einmal im Detail beschriebenen Teilbereichen zusammen⁴⁹:

- Fragend-entwickelnder Unterricht zum Thema tropischer Regenwald und *litter trapping*, sowie Bastelanleitung
- Aufstellen von eigenen Hypothesen bzgl. der Morphologie der „Litter-Trapper“-Pflanzen und Basteln eigener Pflanzenmodelle auf Basis der entwickelten Hypothesen
- Durchführung eines Experiments zum Mechanismus des *litter trapping*⁵⁰ und Vergleichen der Ergebnisse
- Zweite Bastelphase (Verändern des Modells in einem Aspekt zum Nachbilden der nächsten Pflanzengeneration)
- Zweite Experimentdurchführung und Vergleichen der Ergebnisse
- Verknüpfung der Inhalte mit dem Thema Evolution durch Beantworten und Besprechen von drei Leitfragen
- Herstellen eines Bezuges zu echten „Litter-Trapper“-Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien

Schnell war klar, dass einige Teile der Intervention grundlegend verändert werden mussten, um dem Bereich des *E-Learning* bzw. des *Distance-Learning* zugänglich gemacht werden zu können. So war beispielsweise die Durchführung eines fragend-entwickelnden Unterrichts nicht denkbar, weshalb dieser durch ein selbstgedrehtes Lernvideo⁵¹ ersetzt wurde. Obwohl die Lernenden zum Zeitpunkt

⁴⁹ Die einzelnen Teilschritte der Intervention finden sich auch in Kapitel 3.2 zum Forschungsdesign vorliegender Studie.

⁵⁰ Die SchülerInnen erhielten vorgefertigtes Laub (= aus einer Zeitschrift ausgeschnittene Blätter), welche sie über ihren gebastelten Modellen fallen ließen. Auf diese Weise konnte evaluiert werden, welche der gebastelten Pflanzen am besten zum *litter trapping* fähig war.

⁵¹ Detaillierte Informationen zum Video finden sich in Kapitel 4.3.1.

der Durchführung der Studie bereits wieder Präsenzunterricht hatten und aufgeteilt in zwei Gruppen in den Klassenzimmern saßen, war mir als schulfremde Person ein Betreten des Schulgebäudes leider nicht möglich. Aus diesem Grund bot sich die Hilfe oben schon erwähnter Biologielehrerin an, welche mir vorschlug, Teile der Intervention in ihren Biologieunterricht zu integrieren (genauere Informationen siehe Tabelle 7). Das Zeigen des Lernvideos und der Bastelanleitung, das Aufstellen eigener Hypothesen, sowie die erste Bastelphase fanden also während des herkömmlichen Unterrichts statt. Die Durchführung beider Experimente, die zweite Bastelphase und die Beantwortung der Leitfragen zum Thema Evolution wurden mittels einer Videokonferenz abgehalten, bei der ich dem Unterricht live zugeschaltet wurde und diesen auch zum größten Teil selbst moderierte. Der Bezug zu den im Botanischen Garten der Universität Wien vorhandenen „Litter-Trapper“-Pflanzen konnte lediglich mittels Skizzen und Fotos in einer PowerPoint-Präsentation hergestellt werden. Die Arbeit mit den wirklich im Botanischen Garten vorhandenen „Litter-Trapper“-Pflanzen könnte einen interessanten Aspekt für eine Folgestudie darstellen⁵². Die folgende Tabelle stellt noch einmal einen übersichtlichen Zeitplan der geplanten und durchgeführten Intervention dar:

Tabelle 8: Zeitplan der Durchführung der umgestalteten Intervention (angefertigt von Lisa Holzgruber)

	Gruppe 1 (6 SchülerInnen)	Gruppe 2 (6 SchülerInnen)
Lernvideo und Bastelanleitung (Durchführungsort, Datum)	Durchführung in der Schule, 20.05.2020	Durchführung in der Schule, 27.05.2020
Aufstellen eigener Hypothesen und erste Bastelphase (Durchführungsort, Datum)	Durchführung in der Schule, 20.05.2020	Durchführung in der Schule, 27.05.2020
Videokonferenz (Durchführungsort, Datum)	Durchführung in der Schule mit Live-Zuschaltung, 15.06.2020	Durchführung in der Schule mit Live-Zuschaltung, 08.06.2020

Wie man der Tabelle entnehmen kann, fanden das Ansehen des Lernvideos sowie das Aufstellen eigener Hypothesen und die erste Bastelphase im Rahmen einer

⁵² Siehe auch Kapitel 7.

Unterrichtseinheit á 50 Minuten statt. Die Videokonferenz nahm zwei Unterrichtseinheiten, also eine Doppelstunde á 100 Minuten in Anspruch.

4.3.1 Lernvideo zu „Litter-Trapper“-Pflanzen und Bastelanleitung

Das selbst aufgenommene und gedrehte Lernvideo sollte im Rahmen der Intervention den geplanten fragend-entwickelnden Unterricht ersetzen. Anhand des Videos wurde das Thema der Masterarbeit kurz vorgestellt und den



Abbildung 10: Lernvideo – Einstieg ins Lernvideo und Präsentieren der Masterarbeit (aufgenommen von Lisa Holzgruber)



Abbildung 11: Lernvideo – Beschreibung des Lebensraumes tropischer Regenwald (aufgenommen von Lisa Holzgruber)



Abbildung 9: Lernvideo – Erklärung des Mechanismus des litter trapping (aufgenommen von Lisa Holzgruber)

SchülerInnen das weitere Vorgehen erklärt (Abbildung 9). Im Anschluss wurde der tropische Regenwald als Lebensraum für Pflanzen thematisiert (Abbildung 10) und im Zuge dessen wurde auf den Mechanismus des *litter trapping* eingegangen (Abbildung 11), welcher für Pflanzen im Regenwald einen Vorteil darstellt. Damit wurde schon der erste Bezug zum Thema Evolution hergestellt. Anschließend wurden die Lernenden im Video aufgefordert, eine eigene Hypothese⁵³ aufzustellen und diese auf dem zuvor ausgeteilten Arbeitsblatt⁵⁴ festzuhalten. Auch der Aufbau des Arbeitsblattes wurde im Video kurz erläutert, um den SchülerInnen einen Überblick desselben zu verschaffen (Abbildung 12). Die letzte Sequenz des Videos bildete die schon erwähnte Bastelanleitung. Den Lernenden wurde die genaue Bastelaufgabe präsentiert und alle ihnen zur Bewältigung dieses Arbeitsauftrages

⁵³ Für nähere Ausführungen zum Inhalt der Hypothese siehe Kapitel 4.3.2.

⁵⁴ Besagtes Arbeitsblatt findet sich neben allen weiteren verwendeten Materialien im Anhang dieser Arbeit.

zur Verfügung stehenden Materialien⁵⁵ wurden vorgestellt und kurz erläutert (Abbildung 13). Die auf den nächsten Seiten folgenden Abbildungen sollen dem Leser und der Leserin als Impuls dienen, um sich vom Lernvideo ein eigenes Bild zu machen.

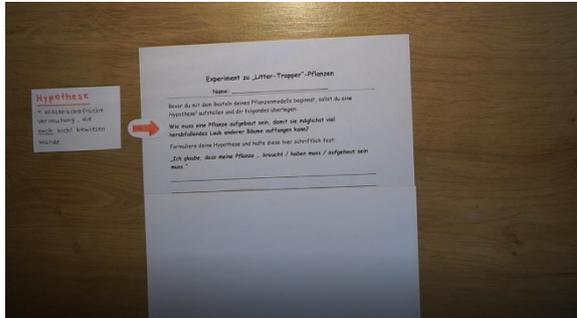


Abbildung 12: Lernvideo – Erklärung des Arbeitsblattes zur Hypothesenbildung (aufgenommen von Lisa Holzgruber)



Abbildung 13: Lernvideo – Erläuterung der zur Verfügung stehenden Bastelmaterialien (aufgenommen von Lisa Holzgruber)

Das Lernvideo wurde in Form eines Legetechnik-Videos erstellt. Hierfür wurden Bilder bzw. kurze Texte gezeichnet, aufgeschrieben und ausgedruckt, um danach ausgeschnitten und synchron zu der dazu aufgenommenen, erklärenden Tonspur in den Aufnahmebereich der Kamera geschoben zu werden. Auf diese Weise erhielten die Lernenden nicht nur auditiven Input durch die aufgenommenen Erklärungen, sondern wurden durch visuelle Stimuli (Skizzen, Fotos, kurze schriftliche Texte etc.) in ihrem Verstehensprozess unterstützt.

4.3.2 Aufstellen von Hypothesen und Basteln von Pflanzenmodellen in der Schule

Das eigenständige Aufstellen von Hypothesen durch die Lernenden sowie das Basteln ihrer eigenen Pflanzenmodelle fand, wie schon erwähnt, eingegliedert in den normalen Biologieunterricht statt. Nachdem die SchülerInnen anhand des Lernvideos eine kurze Einführung in das Aufstellen wissenschaftlicher Hypothesen erhalten hatten und ihnen das betreffende Arbeitsblatt näher erklärt worden war, hielten sie ihre Vermutungen auf diesem in schriftlicher Form fest. Die aufgestellten Hypothesen orientierten sich an folgender Forschungsfrage: *Wie muss eine Pflanze aufgebaut sein, damit sie möglichst viel herabfallendes Laub anderer*

⁵⁵ Siehe auch Kapitel 4.3.2.



Abbildung 14: Zur Verfügung stehendes Bastelmaterial – grünes Kartonpapier, Küchenpapierrolle, Klebeband und ausgeschnittenes Laub (aufgenommen von Lisa Holzgruber)

Bäume auffangen kann? Es ging also darum, zu überlegen, welche Morphologie eine gut an den Lebensraum des tropischen Regenwaldes mit dem dortigen nährstoffarmen Boden angepasste „Litter-Trapper“-Pflanze aufweisen müsse. Der anschließende Bastelprozess, bei welchem die SchülerInnen gemäß der von ihnen aufgestellten Hypothese eigene Pflanzenmodelle konstruierten und anfertigten, stand im Zeichen der Optimierung. Diese sollte die Anpassung an den Lebensraum des tropischen Regenwaldes simulieren. Ziel war es, den Lernenden durch die *hands-on*-Aktivität⁵⁶ zu ermöglichen, praktische Erfahrungen zu sammeln und diese für ein

besseres Verständnis der Evolutionsthematik zu nutzen. Zum Basteln stand ihnen ein zuvor von mir vorbereitetes Materialpaket zur Verfügung. Es wurde darauf geachtet, diese Materialsammlung zu standardisieren, damit jeder Teilnehmer und jede Teilnehmerin mit den gleichen Bedingungen beim Basteln rechnen konnte. Folgende Materialien standen den SchülerInnen zum Basteln zur Verfügung (siehe auch Abbildung 14):

- Ein 35 x 50 Zentimeter großer Bogen aus dickem, grünem Kartonpapier. Aus diesem wurden die Blätter für die Pflanzenmodelle ausgeschnitten, wobei es den Lernenden freistand, über die Form, Größe und Anzahl der Blätter selbst zu entscheiden.
- Eine leere Küchenpapierrolle, welche als Stamm der Pflanze dienen sollte. Die verwendeten Rollen wiesen alle die gleiche Länge und Dicke auf.
- Eine Rolle Klebeband zum Befestigen der Blätter am Stamm. Die Art und Weise der Anordnung, in der die Blätter von den SchülerInnen auf den Stamm geklebt wurden, war ebenfalls nicht vorgegeben.

⁵⁶ Diese praktische Aktivität umfasste einerseits den schon erwähnten Bastelprozess, andererseits aber natürlich auch das darauffolgende Testen der Modelle (siehe Kapitel 4.3.3). Auf diese Art und Weise stellt die durchgeführte Intervention eine Art einfaches Experimentieren dar, bei welchem die Lernenden einerseits selbst Hand anlegen und sich kreativ ausleben dürfen und diese neuen Erfahrungen in der Folge auf die Evolutionsthematik umlegen.

- (Eine Klarsichtfolie mit insgesamt 16 aus Zeitungspapier ausgeschnittenen Blättern. Diese Blätter erhielten die Lernenden jedoch erst im Rahmen der Videokonferenz.)



Abbildung 15: Im Vorfeld der Intervention angefertigtes Probe-Modell im Zuge der Materialentwicklung (aufgenommen von Lisa Holzgruber)

Im Rahmen der Materialentwicklung wurde im Vorfeld der Intervention ein Probe-Modell mit den betreffenden Materialien angefertigt (siehe Abbildung 15). Hierbei wurde insbesondere die tatsächliche Verwendbarkeit der geplanten Materialien überprüft⁵⁷. Einzelne Aspekte wurden kurzfristig abgeändert, so beispielsweise die Verwendung von Klebeband anstatt Flüssigkleber, da letzterer sich nicht dazu eignete, die Blätter am Stamm zu befestigen. Die im Vorfeld stattfindende Anfertigung von Probe-Modellen war also ein äußerst zielbringender Schritt im Rahmen der Materialentwicklung, da so etwaige Fehlerquellen

beim Basteln von vornherein eliminiert werden konnten. Die SchülerInnen hatten beim Aufstellen der Hypothesen und auch beim Basteln keine Schwierigkeiten (siehe Abbildung 16 für einen Eindruck vom Bastelprozess). Im Rahmen der ersten Unterrichtseinheit der Intervention entstanden insgesamt zwölf Modelle von „Litter-Trapper“-Pflanzen, die sich als äußerst vielfältig erwiesen und damit eine spannende Durchführung des Experiments in den folgenden Unterrichtseinheiten



Abbildung 16: Gruppe 1 der ProbandInnen beim Basteln ihrer Pflanzenmodelle (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS)

gewährleisteten. Interessant war es, zu sehen, wie unterschiedlich die teilnehmenden Lernenden ein und dieselbe gestellte Aufgabe künstlerisch umsetzten. Schon auf den ersten Blick lässt sich erahnen, welche der gebastelten Modelle besser und welcher schlechter dafür

⁵⁷ Aspekte, auf die geachtet wurde, waren beispielsweise: Ob die Dicke des verwendeten Kartonpapiers sich eignete, um Blätter herzustellen, die dem Gewicht von herabfallendem Laubfall standhalten konnten und welcher Klebstoff sich besonders eignete, um die Blätter an der Küchenpapierrolle zu befestigen.

geeignet sind, den Mechanismus des *litter trapping* besser abzubilden. Die folgenden Abbildungen (Abbildung 17 und Abbildung 18) sollen dem Leser und der Leserin ein Bild davon vermitteln, wie die Aufgabe von den ProbandInnen umgesetzt wurde:

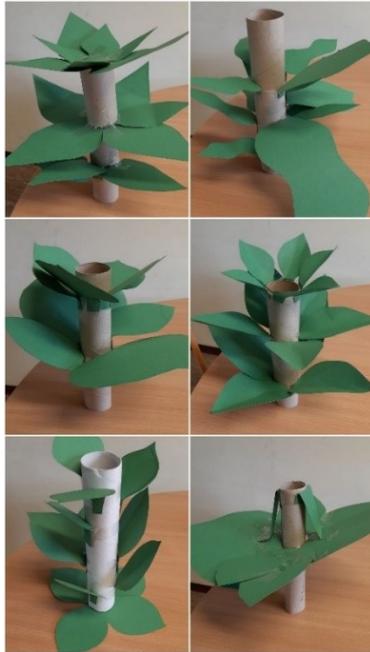


Abbildung 17: Von der Gruppe 1 angefertigte Modelle von „Litter-Trapper“-Pflanzen (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS)



Abbildung 18: Von der Gruppe 2 angefertigte Modelle von „Litter-Trapper“-Pflanzen (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS)

4.3.3 Videokonferenz zur Experimentdurchführung, zum zweiten Basteldurchgang und zur Bearbeitung von Leitfragen zur Pflanzenevolution

Der letzte Schritt der Intervention wurde, wie schon erwähnt, mittels einer Videokonferenz durchgeführt. Ich selbst war als Unterrichtende mittels Liveübertragung auf einem Tablet im Klassenraum anwesend und wurde von der Biologielehrerin und zum Teil auch vom Schulleiter in meiner Tätigkeit unterstützt. Insgesamt dauerte diese letzte Einheit der Intervention 90 Minuten. In den verbleibenden zehn Minuten der Doppelstunde füllten die Lernenden den Fragebogen ein zweites Mal aus (Posttest). Die Einheiten setzten sich aus insgesamt vier Einzelschritten zusammen, welche im Folgenden näher beschrieben werden sollen:

Einführende theoretische Erklärung

Noch vor dem Beginn der Durchführung des Experimentes, also dem Ausprobieren der selbstgebastelten „Litter-Trapper“-Pflanzen, erwähnte ich die auffälligen Unterschiede zwischen den gebastelten Pflanzenmodellen der SchülerInnen. Die Lernenden hatten beim Anfertigen ihrer Modelle explizit auf eine optimale Anpassung ihrer Pflanze an den Standort des tropischen Regenwaldes geachtet. Dabei stützten sie sich auf ihre zuvor über „Litter-Trapper“-Pflanzen aufgestellte Hypothese⁵⁸. Aus diesem Grund war es mir wichtig zu erwähnen, dass solche vorteilhaften Merkmale, wie sie von den Lernenden absichtsvoll erzeugt worden waren, in der Natur keineswegs auf der Intentionalität der Pflanze beruhen. Mit dieser einführenden Erwähnung von zufälliger Mutation wollte ich der Festigung bzw. Bestätigung etwaiger finalistischer Schülervorstellungen⁵⁹ entgegenwirken.

Experimentdurchführung

Im Rahmen der Experimentdurchführung galt es nun herauszufinden, welches der Pflanzenmodelle mit welcher Merkmalskombination am besten mit den Bedingungen am Standort des tropischen Regenwaldes zurechtkommen würde. Zu diesem Zweck erhielten die Lernenden insgesamt 16 aus einer Zeitschrift ausgeschnittene Blätter, welche das herabfallende Laub simulieren sollten. Die Blätter wurden zunächst einzeln nacheinander fallengelassen und das Ergebnis wurde von den Lernenden in der ersten Tabelle auf ihrem Arbeitsblatt⁶⁰ notiert. Der Versuch wurde insgesamt fünf Mal wiederholt, um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten. Anschließend wurde der Durchschnittswert der fünf Versuche berechnet und ebenfalls in der Tabelle vermerkt. Um den Versuch so gut wie möglich zu standardisieren, wurde als Fallhöhe eine Höhe von etwa 20 Zentimetern festgelegt. Abschließend präsentierten die SchülerInnen ihre Ergebnisse und es wurde die am besten angepasste „Litter-Trapper“-Pflanze ermittelt. Der Schüler bzw. die Schülerin, welche(r) die Gewinnerpflanze gebastelt hatte, las seine Hypothese laut vor und äußerte seine/ihre Gedanken während des

⁵⁸ Die Forschungsfrage *Wie muss eine Pflanze aufgebaut sein, damit sie möglichst viel herabfallendes Laub anderer Bäume auffangen kann?* diente den Lernenden als Orientierung beim Basteln (siehe auch Kapitel 4.3.2).

⁵⁹ Die gängigsten Kategorien von Schülervorstellungen wurden in Kapitel 2.5.2 schon hinreichend erwähnt.

⁶⁰ Besagtes Arbeitsblatt befindet sich im Anhang.

Bastelvorganges. Die anderen Lernenden verglichen ihre eigene Hypothese mit diesen Überlegungen und überlegten sich, ob ihre eigene Vermutung durch das Experiment falsifiziert bzw. belegt werden konnte.

Zweiter Basteldurchgang und zweite Experimentdurchführung

Im Anschluss wurde den Lernenden im Rahmen eines zweiten Basteldurchganges die Möglichkeit gegeben, ihre Modelle zu verändern bzw. zu verbessern. Die veränderten Modelle beider Gruppen sind in den Abbildungen 19 und 20 dargestellt.



Abbildung 19: Veränderte Pflanzenmodelle der Gruppe 2 (aufgenommen von Lisa Holzgruber)



Abbildung 20: Veränderte Pflanzenmodelle der Gruppe 1 (aufgenommen von Lisa Holzgruber)

Ziel des zweiten Bastelvorganges war es, durch den Prozess der Modelloptimierung eine möglichst optimale Anpassung zu simulieren. Wieder war es mir wichtig zu betonen, dass die von den Lernenden aktiv und zielgerichtet vorgenommenen Änderungen in der Natur auf zufälligen Mutationen beruhen, die sich von Generation zu Generation auswirken. Der eben erwähnte Generationenaspekt ist ein grundlegendes Konzept, wenn es um das Verständnis evolutionärer Prozesse geht. Einer verbreiteten Schülervorstellung⁶¹ zufolge ist Evolution ein Ereignis in der Lebensgeschichte eines Individuums und kein generationenübergreifender Prozess, der die Veränderung von Populationen über längere Zeiträume hinweg einschließt. Hier wird deutlich, dass die Lernenden sich bei der Erklärung von Evolutionsaspekten oftmals lediglich auf die Individualebene fokussieren. Aus diesem Grund stellt sich ihnen die Frage, wie es durch die Entstehung eines Merkmales bei einem Individuum zu einer Veränderung der Häufigkeit des Merkmales in einer Population kommt, nur selten (HAMMANN & ASSHOFF 2017, 235-236). Durch das Basteln einer

⁶¹ Auf diese Vorstellung wurde in Kapitel 2.5.2 schon genauer eingegangen, sie soll an dieser Stelle nur noch einmal zusammengefasst werden.

zweiten Pflanzengeneration sollte diesem Aspekt Rechnung getragen werden. Es konnte im Rahmen der zweiten Experimentdurchführung⁶² außerdem gezeigt werden, dass nicht von vornherein klar ist, ob eine Mutation im jeweiligen Lebensraum positive oder negative Auswirkungen nach sich zieht. Bei insgesamt drei SchülerInnen schnitten die veränderten Pflanzenmodelle schlechter ab als die ursprünglichen. Dadurch konnte noch einmal verdeutlicht werden, dass die Pflanze sich nicht aktiv für eine Mutation entscheidet und dass sie nicht wissen kann, ob diese für sie einen Vorteil haben wird oder nicht. Um die Pflanzenmodelle der Lernenden abschließend noch unter naturnäheren Bedingungen zu testen, wurden abschließend insgesamt 60 Blätter von allen Lernenden gemeinsam über diesen fallen gelassen. Die Ergebnisse dieses abschließenden Versuchs wurden ebenfalls notiert und ausgewertet.

Beantwortung von Leitfragen zur Pflanzenevolution und Bezug zu echten „Litter-Trapper“-Pflanzen

In einem letzten Schritt erhielten die Lernenden ein weiteres Arbeitsblatt⁶³ mit drei Leitfragen, für deren Beantwortung den SchülerInnen zehn Minuten Zeit gegeben wurde. Ziel dieser Fragen war die Herstellung einer Verknüpfung der Inhalte und Aktivitäten der Intervention mit dem Thema der Evolution bei Pflanzen. Ein gewisses Forschungsinteresse bestand auch darin, herauszufinden, inwieweit die im Rahmen der Intervention vermittelten Inhalte ausreichten, um den Lernenden eine Beantwortung der Fragen zu ermöglichen. Zum Teil bilden die von den SchülerInnen gegebenen Antworten auch zuvor schon erwähnte Schülervorstellungen ab. In der Folge sind die drei Fragen und wichtige bei deren Beantwortung aufgetretene Phänomene kurz zusammengefasst:

⁶² Diese stellte sich gleich dar wie beim ersten Experiment. Wieder stand den Lernenden eine Tabelle zur Verfügung, in welcher die einzelnen Versuchswerte eingetragen werden konnten. Am Ende wurde noch einmal ein Durchschnittswert der einzelnen Versuche berechnet und mit dem ersten Durchschnittswert verglichen. Wie schon erwähnt, befindet sich das Arbeitsblatt mit der Hypothese und den beiden Tabellen zur Einsicht im Anhang.

⁶³ Dieses Arbeitsblatt ist ebenfalls im Anhang dieser Arbeit zu finden.

- **Welchen Vorteil haben die Pflanzen, die bei den Experimenten gewonnen haben, gegenüber allen anderen Pflanzen ihrer Art? Denke an den nährstoffarmen Boden im Regenwald.**

Die Mehrheit der Lernenden aus Gruppe 2⁶⁴ beantwortete diese Frage mit der Erwähnung der vermehrten Menge an Nährstoffen, die der jeweiligen Pflanze durch das effiziente Sammeln von Blattlaubfall zur Verfügung stehen. Ein Schüler stellte sogar selbstständig den Zusammenhang zwischen vermehrter Nährstoffaufnahme und verbessertem Wachstum bzw. verbesserter Vermehrung her. Diese Aussage zeigte mir, dass bei besagtem Lernenden ein gewisses Grundverständnis für grundlegende evolutionäre Prozesse bereits vorhanden war. Die Lernenden aus Gruppe 1 zählten bei dieser Frage hauptsächlich die morphologischen Vorteile von „Litter-Trapper“-Pflanzen auf (z.B. große Blätter), gingen aber nicht näher darauf ein, was dieser Vorteil für die Pflanze bedeutet bzw. wie sich dieser auswirkt. Auf diese Weise zeigte sich, dass die Frage im Rahmen zukünftiger Interventionen evtl. einer Umformulierung bzw. einer genaueren Erklärung bedarf.

- **Was könnte im Lauf der Zeit mit jenen Pflanzen passieren, die aufgrund ihres Aufbaus nicht so viel herabfallendes Laub sammeln und daraus wichtige Nährstoffe beziehen können?**

Diese Frage wurde von vielen SchülerInnen aus Gruppe 1 interessanterweise dahingehend beantwortet, dass alle Pflanzen, die beim Experiment schlechter abgeschnitten hatten, größere Blätter bekommen würden. In diesen Aussagen spiegelt sich neuerlich sehr deutlich die unter anderem von HAMMANN und ASSHOFF (2017) erwähnte Schülervorstellung wider, dass Evolution ein Prozess im Leben eines Individuums zu sein scheint. Außerdem finden sich in diesen Aussagen Ansätze von teleologischen bzw. finalistischen Vorstellungen wieder, da das Wachsen von größeren Blättern bei ein und demselben Individuum die Erkenntnis einer Anpassungsnotwendigkeit auf Seite der Pflanze voraussetzen würde.

⁶⁴ Gruppe 2 führte die Intervention aufgrund der speziellen Gruppeneinteilung wegen den Beschränkungen bzgl. COVID-19 als erste durch. Gruppe 1 folgte dann eine Woche später.

- **Was glaubst du, wie werden die zukünftigen Pflanzen aussehen, die an diesem Standort im Regenwald wachsen? Warum?**

Diese Frage wurde von den Lernenden aus beiden Gruppen eher allgemein beantwortet und nicht in Bezug auf „Litter-Trapper“-Pflanzen im tropischen Regenwald interpretiert, weswegen auch hier eine genauere Erläuterung vor dem Beantworten durch die SchülerInnen unbedingt notwendig wäre. Viele Lernende bezogen diese Frage auf den Klimawandel und führten spezielle Anpassungen⁶⁵ an, die zukünftige Pflanzen ihrer Meinung nach aufweisen müssten, um mit diesem zurechtzukommen. Auch hier ließen sich anhand spezifischer Formulierungen der Lernenden wieder Ansätze anthropomorpher und finalistischer Vorstellungen nachweisen („*Wenn die Pflanze merkt, dass das Wasser knapp wird...*“⁶⁶). Ein Schüler bezog die Frage speziell auf den tropischen Regenwald und meinte, dass es in einigen Jahren keinen Regenwald mehr geben würde. Viele Lernende aus beiden Gruppen, die die Frage spezifischer beantworteten, waren sich aber einig, dass zukünftige Pflanzen größere Blätter als Anpassung an den nährstoffarmen Regenwaldboden aufweisen würden. Das Zustandekommen dieser Anpassung, also die Merkmalsausbreitung innerhalb einer bestimmten Pflanzenpopulation, wurde jedoch von keinem Lernenden genauer beschrieben.

Im Anschluss an die gemeinsame Beantwortung der Fragen wurden noch zwei *Power-Point*-Folien⁶⁷ hergezeigt, die einerseits eine Skizze von „Litter-Trapper“-Pflanzen enthielten und andererseits Fotos von den im Botanischen Garten der Universität vorhandenen Pflanzen zeigten. Ziel war es, den Kindern abschließend zu zeigen, dass „Litter-Trapper“-Pflanzen nicht nur ein erfundenes Beispiel sind, sondern wirklich existieren und auch aufgesucht werden können.

⁶⁵ Beispiele solcher Anpassungen waren beispielsweise, dass die Pflanzen in Zukunft weniger Wasser brauchen würden bzw. besser mit Hitze zurecht kommen würden.

⁶⁶ Diese Aussage ist ein wörtliches Zitat eines Schülers aus Gruppe 2.

⁶⁷ Die gesamte, während der Intervention verwendete *Power-Point*-Präsentation befindet sich im Anhang der Arbeit.

5. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel sollen die Ergebnisse der Studie dargestellt werden. Die beiden ersten Kapitel sind den Ergebnissen des *Online*-Fragebogens, also Prä- und Posttest der Studie, gewidmet. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit den Ergebnissen aus den durchgeführten Interviews, welche ausführlich analysiert und interpretiert werden.

5.1 Ergebnisse Online-Fragebogen

Die Ergebnisse von Prä- und Posttest werden in den einzelnen Kapiteln parallel veranschaulicht und einander vergleichend gegenübergestellt. Hierbei sollen die angefertigten Grafiken als Hilfestellung dienen.

5.1.1 Begriff ‚Evolution‘

Die Antworten auf die Frage nach dem Begriffsverständnis von Evolution lassen sich grob in die Kategorien *Evolution als (Weiter)entwicklung* und *Evolution als Veränderung* einteilen. Es wurde außerdem noch eine weitere Unterscheidung der Antworten vorgenommen, je nachdem ob von den SchülerInnen der Zufallsaspekt von Evolution bzw. die Evolution von Pflanzen explizit in ihren Ausführungen erwähnt wurden.

Evolution als (Weiter)entwicklung

Im **Prätest** beschreiben zehn von zwölf befragten SchülerInnen den Begriff ‚Evolution‘ als Entwicklung bzw. Weiterentwicklung. Offensichtlich verknüpft der Großteil der Lernenden das Thema Evolution mit dem Begriff ‚Entwicklung‘, was vermutlich auf die Darstellung und die Definition des Evolutionsthemas im verwendeten Schulbuch bzw. im bisher erlebten Biologieunterricht zurückzuführen ist. Diese Definitionen sind nicht wissenschaftlich inkorrekt. Der Erklärung von Evolution als Weiterentwicklung kann jedoch die Annahme des Evolutionsprozesses als Höherentwicklung von Lebewesen zugrunde liegen, welche in der Literatur als fachlich nicht adäquate Schülervorstellung angeführt

wird⁶⁸ (siehe z.B. KATTMANN 2016). Interessant ist auch, dass manche SchülerInnen erwähnen, wer oder was sich im Zuge von Evolution (weiter)entwickelt, andere wiederum nicht. So beschreiben insgesamt vier SchülerInnen, dass sich Lebewesen im Rahmen von evolutionären Prozessen weiterentwickeln. Diese Lebewesen werden entweder wörtlich als „*Lebewesen*“ beschrieben, oder aber es wird der „*Mensch*“ als Lebewesen erwähnt. Tiere oder Pflanzen kommen in den Schülerantworten des Prätests nicht vor. Interessant ist die Erwähnung der Entwicklung von „*Körpern*“ in einer Antwort. Hier geht nicht hervor, auf welche Art von Körper sich der Proband/die Probandin bezieht. Zwei SchülerInnen beziehen die Entwicklung auf die Welt bzw. die Erde. Zwei SchülerInnen erwähnen in ihren Antworten beide Unterkategorien (Mensch und Erde) und zwei ProbandInnen beschreiben lediglich Evolution als Entwicklung, erwähnen jedoch keinen Akteur, auf den sich diese Entwicklung bezieht. Im **Posttest** beschreiben nur noch neun SchülerInnen Evolution als (Weiter)entwicklung, wobei drei SchülerInnen sich auf die Entwicklung von Lebewesen fokussieren, ein Schüler/eine Schülerin die Entwicklung der Erde bzw. der Welt erwähnt, eine Schülerantwort beide Unterkategorien enthält und vier Schülerantworten keiner Unterkategorie zugeordnet werden können. Interessant ist, dass die Lebewesen nun nicht mehr als „*Lebewesen*“ bzw. „*Mensch*“ bezeichnet werden, sondern fast ausschließlich „*Pflanzen*“ und „*Tiere*“ in den Schülerantworten erwähnt werden. Lediglich ein Schüler/eine Schülerin erwähnt noch die Entwicklung „*der Tiere und der Menschen*“. Zwei SchülerInnen verwenden nun statt des Begriffes ‚Weiterentwicklung‘ den Begriff der ‚Weiterbildung‘, was noch stärker auf das Zugrundeliegen einer gewissen Höherentwicklung hindeutet und außerdem Grundzüge einer anthropomorphen Auffassung⁶⁹ von Evolution erkennen lässt. In einer Schülerantwort wird explizit der „*Ort*“ erwähnt, der für die Weiterentwicklung von Lebewesen eine gewisse Rolle zu spielen scheint. In der Erwähnung des Ortes, also der Lebensumstände eines Organismus als wichtigem Faktor für die Entwicklung, zeigt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen Prä- und Posttest.

⁶⁸ Die zugrundeliegenden Annahmen dieser Schülervorstellung wurde in Kapitel 2.5.2 schon ausführlich beschrieben.

⁶⁹ Auch die Vermenschlichung von Evolution und ihren Prozessen wurde in Kapitel 2.5.2 schon ausführlich angesprochen.

Evolution als Veränderung

Die Beschreibung von Evolution als Veränderung ist eher als neutral aufzufassen, da sie lediglich darstellt, dass Lebewesen sich im Zuge von Evolution verändern, damit jedoch nicht eine Höherentwicklung bzw. Verbesserung erreicht wird. Die im Rahmen von Evolution entstandenen Veränderungen können demnach auch nachteilig sein und sich negativ für die betroffenen Organismen auswirken. Im **Prätest** wird Evolution nur von einer Person als Veränderung beschrieben. In der gleichen Antwort findet sich jedoch auch der Begriff ‚Anpassung‘, was den neutralen Beigeschmack der Erwähnung von Veränderung wieder ein wenig relativiert. Evolution wird demnach von besagtem Probanden/besagter Probandin mit einem – vermutlich individuellen – Anpassungsprozess gleichgesetzt. Im **Posttest** wird Evolution von zwei SchülerInnen als Veränderung beschrieben, wobei ein Schüler/eine Schülerin in seiner/ihrer Antwort auch Bezug auf die langen Zeiträume nimmt, in denen evolutionäre Prozesse stattfinden. Damit steht diese Aussage auch in Einklang mit den Ergebnissen der Interviews, welche im nächsten Kapitel angeführt und erläutert werden. Auch im Posttest erwähnt ein Schüler/eine Schülerin die Veränderung im Rahmen von evolutionären Prozessen im Zusammenhang mit Anpassung. Besagter Schüler/besagte Schülerin schreibt: *„[Evolution bedeutet für mich] Veränderung zum Vorteil der Pflanzen, Anpassung an den Lebensraum“*. In dieser Schülerantwort wird Veränderung explizit als positiv und vorteilhaft beschrieben und die nachteiligen Aspekte von evolutionären Prozessen werden vollständig außer Acht gelassen. Besagter Schüler/besagte Schülerin scheint nur ein unzureichendes Verständnis von Mutationen zu haben, die auch nachteilige Folgen für den betreffenden Organismus mit sich bringen können. Laut der zitierten Schülerantwort ist Evolution ein Prozess, welcher in jedem Fall einen Vorteil für die Pflanze bedeutet. Die explizite Erwähnung des Lebensraumes deutet darauf hin, dass besagter Schüler/besagte Schülerin den Lebensumständen bzw. der örtlichen Lage von Organismen eine gewisse Bedeutung für die Art der sie betreffenden Veränderung einräumt. Diese Tatsache spiegelt wiederum einen wichtigen Unterschied zwischen den Schülerantworten des Prätests und jenen des Posttests wider.

Erwähnung des Zufalls

Ein weiterer interessanter Aspekt ist die Verteilung der expliziten Erwähnung der Zufälligkeit von Evolution in Prä- und Posttest. Die untenstehende Grafik (Abbildung 21) veranschaulicht das Ergebnis auf eindeutige Art und Weise. Während im **Prätest** keiner der Lernenden explizit auf die Tatsache eingeht, dass Evolution ein Prozess ist, der von den betreffenden Lebewesen nicht willentlich beeinflussbar ist, beschreiben im **Posttest** immerhin drei SchülerInnen die Nicht-Zielgerichtetheit von Evolution. Diese Tatsache deutet auf einen Verständniszuwachs im Rahmen der Intervention hin, welche die Vorstellungen der SchülerInnen im Hinblick auf fachlich richtige Aussagen positiv beeinflusst haben dürfte. Die drei SchülerInnen beschreiben den erwähnten Zufall von Evolution auf unterschiedliche Art und Weise. Ein Schüler/eine Schülerin schreibt: „*Evolution bedeutet für mich Entwicklung. Das passiert zufällig, also die Pflanzen und Tiere merken nichts davon. Die Pflanzen, die am besten angepasst sind, überleben am besten*“. Neben einer näheren Beschreibung des besagten Zufalls wird in dieser Schülerantwort auch eine Brücke zum Thema Anpassung geschlagen. Diese Anpassung wird mit dem besseren Überleben besagter Lebewesen verknüpft, eine Tatsache, die sich ebenfalls in den weiter unten analysierten Einzelinterviews wiederfindet. Die anderen beiden SchülerInnen beschreiben die Art der Zufälligkeit nicht näher, sie erwähnen diese lediglich als „*ungewollte*“ bzw. „*zufällige Weiterentwicklung*“.

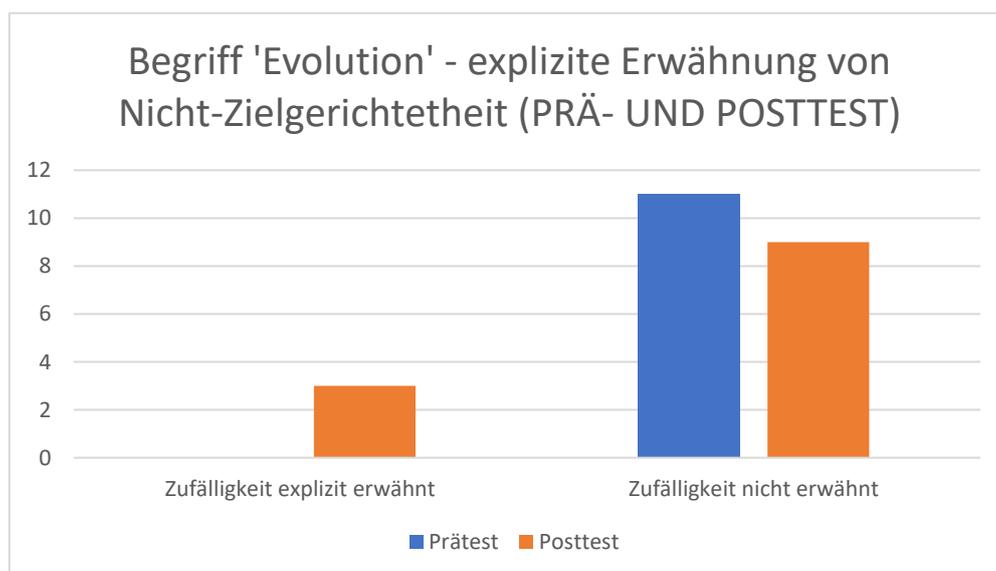


Abbildung 21: Anzahl der expliziten Erwähnungen des Zufalls von Evolution in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

Erwähnung von Pflanzen

Wie schon erwähnt, werden Pflanzen im **Prätest** nicht als jene Lebewesen erwähnt, die evolutionären Prozessen ausgesetzt sind. Dieser Befund entspricht der schon mehrfach erwähnten *Plant Blindness*, sowie den Ergebnissen der Studie von PALMER (1996), welcher herausfand, dass Pflanzen von vielen SchülerInnen nicht als lebendig und damit nicht als von Evolution beeinflusste Lebewesen betrachtet werden. Im **Posttest** hingegen erwähnen immerhin vier Lernende ausschließlich Pflanzen als jene Lebewesen, die einer evolutionären Veränderung bzw. Weiterentwicklung ausgesetzt sind. Somit werden Pflanzen im Posttest deutlich häufiger erwähnt als Mensch (eine Erwähnung) und Tier (zwei Erwähnungen). Die nachfolgende Abbildung (Abbildung 22) dient einer grafischen Veranschaulichung des beschriebenen Sachverhaltes.

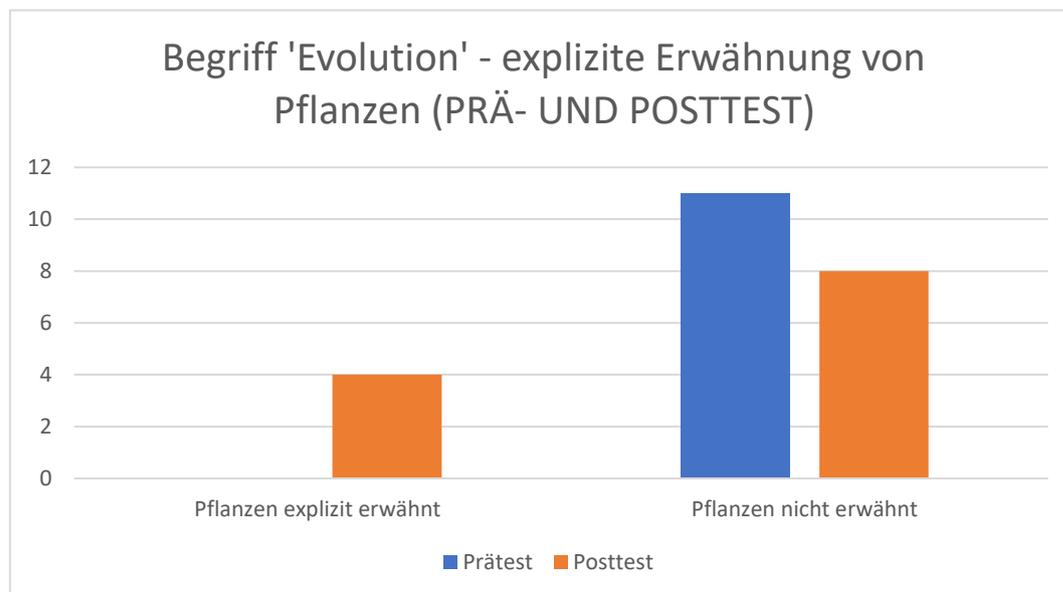


Abbildung 22: Anzahl der expliziten Erwähnungen der Evolution von Pflanzen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

Anmerkung: Die Grafiken des Prätests bilden jeweils nur elf Antworten ab, da ein Schüler/eine Schülerin diese Frage des Fragebogens nicht ernsthaft beantwortete.

5.1.2 Begriff ‚Anpassung‘

Die ProbandInnen beschreiben den Begriff ‚Anpassung‘ auf unterschiedliche Art und Weise und greifen dafür auf diverse Assoziationen zurück. Besonders einprägsam ist die Unterscheidung der Erklärung von Anpassung mit dem Begriff ‚angepasst‘ bzw. dem Ausdruck ‚passend‘, welche auch BAALMANN et al. (2004)

in ihrer Studie nachweisen konnten. Andere induktiv gebildete Kategorien sind die Erwähnung von Anpassung im Kontext von *Angleichung, Gewöhnung, Verbesserung und Entwicklung*, welche sich zum Teil auch in anderen Studien wiederfinden⁷⁰. Die vorliegenden Schülerantworten wurden auch je nach Erwähnung des sich anpassenden Organismus bzw. der Bedingungen, an die sich jemand oder etwas anpasst, untergliedert. Zu guter Letzt sollen auch jene Antworten erwähnt werden, die sich explizit auf die Anpassung von Pflanzen beziehen.

Anpassung/anpassen vs. passend/passen

Im **Prätest** erklärten fünf SchülerInnen den Begriff der ‚Anpassung‘ im Kontext eines Anpassungsprozesses (*„Wenn sich jemand oder etwas den bestimmten Bedingungen anpasst“*, *„Dass man sich dem Territorium anpasst“*), zwei SchülerInnen bezogen sich explizit auf den Zustand des Passens (*„Zu dem Lebensraum passen“*). BAALMANN et al. (2004) zufolge *„[setzt] die Eigenschaft angepasst als Ursache eine Tätigkeit voraus“* (BAALMANN et al. 2004, 16), *„während man die Eigenschaft passend [...] auch durch Zufall vorfinden kann“* (BAALMANN et al. 2004, 16). Die der Angepasstheit bzw. Anpassung vorausgehende Tätigkeit ist einer fachlichen Klärung durch BAALMANN et al. (2004) zufolge der Mechanismus der Selektion. Dass die befragten SchülerInnen, die den Begriff des ‚Anpassens‘ in ihren Ausführungen verwenden, die Prinzipien der Selektion in ihrer Gesamtheit begreifen, bleibt jedoch fraglich. Dennoch impliziert die dritte zitierte Schüleraussage des *„Passens zu einem bestimmten Lebensraum“* eher ein zufälliges Passen als die anderen beiden Aussagen. Die Aussage *„Pflanzen, Tiere oder Menschen können sich den verschiedenen Lebensbedingungen anpassen. Das heißt, sie können besser überleben“* bezieht sich nicht nur auf den Prozess der Anpassung selbst, sondern auch auf dessen Vorteil für das Überleben eines Organismus. Damit wird eine gedankliche Brücke zu den Auswirkungen von Anpassung auf die Lebenssituation der erwähnten Lebewesen geschlagen. Diese gedankliche Verbindung fehlt in allen anderen Antworten des Prätests. Die Aussage *„Vorteilhafte Veränderung, dass man besser zur Umwelt passt“* passt in zwei Kategorien (*passend/passen* und

⁷⁰ Für detailliertere Informationen siehe das Kapitel zur Diskussion.

Verbesserung/Vorteil). Einerseits wird der Zustand des „*Passens zur Umwelt*“ hervorgehoben, welcher durchaus wieder eine gewisse Zufälligkeit impliziert. Andererseits wird explizit auf die Tatsache Bezug genommen, dass es sich bei Anpassungen um „*vorteilhafte Veränderungen*“ handelt. Die beiden Teilaussagen beziehen sich also einerseits auf den Zustand des Passens zu bestimmten Umweltbedingungen und andererseits aber auch auf den Prozess des vorteilhaften Veränderns, was der Antwort einen etwas widersprüchlichen Charakter verleiht. Entgegen den Ausführungen von BAALMANN et al. (2004), welche lediglich dem Prozess der Anpassung bzw. dem Zustand des Angepasstseins eine vorangegangene Ursache unterstellen, wird im Rahmen dieser Schüleraussage auch der Zustand des zufälligen Passens mit einer zuvor stattgefunden habenden Veränderung verknüpft. Im **Posttest** erklärten sieben SchülerInnen den Begriff Anpassung mit dem prozessorientierten Ausdruck „*anpassen*“. Ein Schüler/eine Schülerin griff wiederum auf den Zustand des Passens zurück: „*Verändern, dass die Pflanze zum Lebensraum passt*“. Dank des von den Lernenden vor der Beantwortung des Fragebogens festgelegten Codes lässt sich feststellen, dass diese Aussage vom selben Probanden/von derselben Probandin stammt, wie die zuvor analysierte Aussage, welche den Prozess der Veränderung und den Zustand des Passens in einer etwas widersprüchlichen Art und Weise zusammenstellt. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Aussagen liegt in der expliziten Erwähnung von Pflanzen, welche weiter unten noch einmal gesondert erwähnt werden soll. Interessant ist, dass alle Aussagen, die sich auf den Vorgang des Anpassens beziehen, in einer aktiven Form formuliert worden sind. Hier zeigt sich eine zugrunde liegende Tendenz der Schülervorstellung des gezielten adaptiven Handelns von Individuen (siehe z.B. BAALMANN et al. 2004), welche einerseits ihre eigene Situation erkennen und sich andererseits dementsprechend bewusst und zielgerichtet anpassen.

Angleichung

Im **Prätest** erklärt ein Schüler/eine Schülerin den Prozess der Anpassung mit dem Begriff der Angleichung („*[Anpassung bedeutet für mich] etwas gleich machen oder*

ähnlich“). Ähnliche Ergebnisse finden sich auch bei BRENNECKE (2014)⁷¹. Die eben zitierte Aussage zeigt durch die Betonung der aktiven Handlung im Rahmen von Anpassung eine leichte Tendenz einer gewissen Intentionalität. Auch im **Posttest** findet sich eine Schülerantwort, welche den Begriff der Anpassung mit dem Prozess der Angleichung beschreibt: „*Wenn sich etwas anpasst, so wie Tiere oder Pflanzen oder auch Menschen, so dass alles eher ähnlich ist*“. In diesen Aussagen wird nicht erwähnt, ob die beschriebene Angleichung für die betreffenden Organismen positive oder negative Auswirkungen hat.

Gewöhnung

Ein Schüler/eine Schülerin verwendet im **Prätest** als Erklärungsansatz für den Begriff der Anpassung die Gewöhnung „*eines Körpers an die Sachen*“. Diese Erklärung konnten auch BRENNECKE (2014) und BAALMANN et al. (2004) in ihren Arbeiten nachweisen. So beschreiben BAALMANN et al. (2004) die Vorstellung der adaptiven Gewöhnung des Körpers, welche jedes Mal auftritt, wenn Organismen neuen Umweltbedingungen ausgesetzt sind. Im **Posttest** fehlt ein expliziter Bezug des Anpassungsprozesses zur Gewöhnung eines Organismus an bestimmte Umstände.

Verbesserung/Vorteil

Zwei SchülerInnen stellen im **Prätest** den Begriff der Anpassung explizit in den Kontext der Verbesserung bzw. der vorteilhaften Veränderung und schreiben damit dem Prozess der Anpassung eine positive Konnotation zu. Im Posttest fehlt diese direkte Verbindung von Anpassung und Verbesserung der Lebensumstände. Die Aussage „*Anpassung bedeutet für mich die Veränderung, um besser überleben zu können*“ eines Schülers/einer Schülerin verdeutlicht noch am ehesten den vorteilhaften Aspekt des Anpassungsprozesses. An dieser Stelle wird, wie auch weiter unten noch einmal erwähnt, wieder die gedankliche Verbindung zwischen Anpassung und besserem Überleben eines Organismus deutlich.

⁷¹ Der Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie mit anderen Arbeiten soll in der Diskussion noch vertieft werden.

Entwicklung

Im **Prätest** wird der Begriff ‚Anpassung‘ von keinem Schüler/keiner Schülerin mit der Entwicklung eines Lebewesens gleichgesetzt. Im **Posttest** hingegen erwähnen zwei Lernende, dass der Anpassungsprozess der Entwicklung eines Lebewesens entspricht (*„Dass man sich je nach Ort und Klima richtet und sich für diese Verhältnisse entwickelt“*). Diese Aussage spiegelt finalistische Vorstellungsansätze wider, da nahegelegt wird, dass sich Lebewesen aktiv an den bestehenden Umweltbedingungen orientieren und sich in diesen zu ihrem eigenen Vorteil verändern. Auch die Aussage: *„Anpassung bedeutet für mich, dass sich die Pflanzen so entwickeln, dass sie gut überleben können“* bezieht sich explizit auf die Entwicklung eines Lebewesens. Zusätzlich erwähnt diese Schülerantwort die Tatsache, dass eine Anpassung an bestimmte Umweltbedingungen einen Vorteil für das Überleben eines Organismus mit sich bringt. Hierbei handelt es sich nicht um denselben Schüler/dieselbe Schülerin, der/die diese gedankliche Brücke zu den Auswirkungen von Anpassung schon im Prätest schlagen konnte. Diese Tatsache spricht für einen positiven Wissenszuwachs aufgrund der durchgeführten Intervention. Allerdings lässt die zitierte Schülerantwort auf leichte zugrundeliegende teleologische bzw. finalistische Annahmen schließen.

Sonstiges

Zwei Schüleraussagen des **Prätests** wurden der Kategorie *Sonstiges* zugeordnet, da sie Antworten enthalten, die nicht explizit den gebildeten Kategorien zugeschrieben werden können. Die Aussage *„Anpassung bedeutet für mich die Umgebung wahrnehmen“* beschreibt explizit die Wichtigkeit der aktiven Wahrnehmung der umgebenden Lebensbedingungen eines Organismus, verdeutlicht jedoch nicht näher, wie sich diese Wahrnehmung der Umwelt auf den Anpassungsprozess auswirkt. Die Antwort *„Sich an die Umwelt so anpassen, dass es der Umwelt gut geht“* erwähnt zwar den Prozess der Anpassung, stellt diesen jedoch als fundamental für das Wohlbefinden der Umwelt dar, was wiederum das Vorhandensein gewisser anthropomorpher Züge impliziert.

Woran passt sich etwas/jemand an?

Im **Prätest** erwähnen zehn von zwölf SchülerInnen explizit die Bedingungen, an die sich die jeweiligen Organismen anpassen. Die genauen Erläuterungen dieser Bedingungen unterscheiden sich bei den einzelnen Antworten. Zwei SchülerInnen benennen die örtliche Lage als diejenige Bedingung, an die sich bestimmte Organismen anpassen. Sie beschreiben diese als „Lebensraum“, „Territorium“ oder explizit als „Ort“. Drei SchülerInnen nennen einfach nur eine nicht näher definierte „(Lebens)bedingung“ als Zustand, an den sich Lebewesen anpassen. Insgesamt drei ProbandInnen erläutern, dass sich Organismen an ihre „Umwelt“, ihre „Umgebung“, ihren „Umkreis“ oder ihr „Umfeld“ anpassen. Zusammenfassend kann man sagen, dass unter diesen Begriffen all jene Bedingungen subsummiert werden können, die die betreffenden Lebewesen unmittelbar umgeben. Die verbleibenden zwei ProbandInnen erwähnen zwar, dass sich Organismen an „etwas“ oder an bestimmte „Sachen“ anpassen, definieren diese Ausdrücke jedoch nicht näher. Interessanterweise werden die eben beschriebenen Bedingungen, an die sich die jeweiligen Organismen anpassen, im **Posttest** weniger häufig erwähnt. Nur acht von zwölf ProbandInnen beziehen sich hier explizit auf diese. Zwei Schülerantworten fallen in die Kategorie *Lebensraum/Territorium/Ort*, insgesamt drei Antworten lassen sich der Kategorie *Umwelt/Umgebung/Umkreis/Umfeld* zuordnen. Ein Schüler/eine Schülerin erwähnt eine „bestimmte Bedingung“ als den ausschlaggebenden Zustand, an den sich „etwas“ anpasst, erläutert diese jedoch nicht näher. Interessant ist die neue Kategorie des Klimas bzw. des Klimawandels, welche insgesamt von zwei SchülerInnen in ihren Ausführungen erwähnt wird und vermutlich der Thematisierung des tropischen Regenwaldes im Zuge der Intervention zuzuschreiben ist. Nur ein Lernender/eine Lernende beschreibt vage „eine bestimmte Sache, an die sich jemand oder etwas anpasst“.

Wer passt sich an etwas an?

Im **Prätest** benennen sieben von zwölf SchülerInnen explizit ein bzw. mehrere bestimmte Subjekte, die im Mittelpunkt des Anpassungsprozesses stehen. Fünf Lernende führen allerdings nicht näher aus, um wen es sich hierbei handelt. Sie verwenden die Bezeichnungen „etwas“ oder „jemand“ und deuten damit an, dass es sich bei den sich anpassenden Akteuren sowohl um lebendige, als auch um

nicht lebendige Akteure handeln kann. Ein Schüler/eine Schülerin erwähnt explizit „*Pflanzen, Tiere und Menschen*“ als die Protagonisten des Anpassungsprozesses. Das Vorhandensein eines Subjekts, welches sich anpasst, impliziert per se schon eine aktive, zielgerichtete Anpassung (siehe auch BRENNECKE 2014, 45). Ein weiterer Schüler/eine weitere Schülerin führt erneut die Bezeichnung „*Körper*“ ein, wobei auch hier wieder nicht vollständig klar ist, auf welche Art von Körper sich der Ausdruck bezieht. Im **Posttest** definieren acht von zwölf SchülerInnen genauer, wer sich im anpasst. Hier werden von vier SchülerInnen Pflanzen, Menschen oder Tiere als Akteure in den Mittelpunkt gerückt und nur vier Lernende verwenden die Bezeichnungen „*etwas*“ oder „*jemand*“ und bleiben damit recht vage in ihren Ausführungen.

Erwähnung von Pflanzen

Im **Prätest** werden Pflanzen lediglich von einem Schülerin/einer Schülerin als von Anpassung betroffene Organismen erwähnt. Auch an dieser Stelle sei noch einmal die Untersuchung PALMERS (1996) erwähnt, welcher herausfand, dass SchülerInnen Pflanzen oftmals keine Angepasstheit zubilligen, weil sie diese nicht als lebendige Individuen identifizieren. Dieser Tendenz konnte im Rahmen der Intervention offenbar entgegengewirkt werden. Wurden im Prätest Pflanzen lediglich von einem Probanden/einer Probandin in Verbindung mit dem Anpassungsprozess, und hier nur in Kombination mit Tieren und dem Menschen, genannt, so finden sich im **Posttest** drei Schüleraussagen, welche sich ausschließlich auf Pflanzen als von Anpassung betroffene Organismen beziehen. Ein Schüler/eine Schülerin erwähnt im Posttest die Anpassung von Pflanzen zusammen mit jener von Menschen und Tieren. An dieser Stelle kann gezeigt werden, dass die durchgeführte Intervention zumindest die Wahrnehmung von Lernenden für Anpassungen bei Pflanzen positiv beeinflussen konnte. Die untenstehende Grafiken (Abbildung 23) soll auch hier wieder als grafische Veranschaulichung des beschriebenen Sachverhaltes dienen.

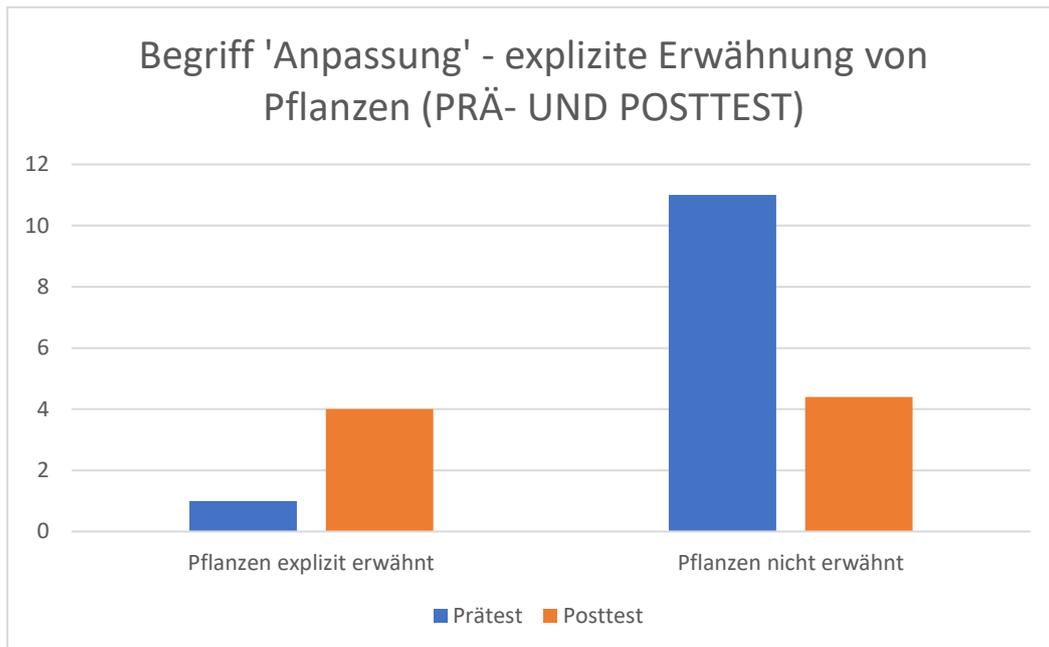


Abbildung 23: Anzahl der expliziten Erwähnungen von Anpassungen bei Pflanzen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

5.1.3 Begriff ‚vorteilhaft‘

Die befragten Lernenden definieren den Begriff ‚vorteilhaft‘ auf unterschiedliche Weise. Induktiv, also aus dem gewonnenen Material heraus, wurden insgesamt fünf Kategorien gebildet, denen die einzelnen Antworten zugeordnet wurden. In Abbildung 24 werden diese Kategorien und die ihnen zugeordneten Schülerantworten dargestellt. Im **Prätest** umschreiben fünf ProbandInnen den Begriff ‚vorteilhaft‘ mit anderen positiv besetzten Adjektiven. Hierzu zählen „leichter“, „gut“, „besser“, „praktisch“ oder „positiv“. Sechs Lernende erklären den Begriff auf nichtssagende Art und Weise und verwenden zur Definition Begriffe wie ‚Vorteil‘ oder eben wieder ‚vorteilhaft‘. Ein Schüler/eine Schülerin gab keine Erklärung zu dieser Frage ab. Interessant ist, dass als Beispiel für Organismen, die aus bestimmten Situationen einen Vorteil ziehen, von einem Schüler/einer Schülerin lediglich der Mensch erwähnt wird. Nach der durchgeführten Intervention gestaltet sich die Situation deutlich anders. Im **Posttest** bleibt zwar die Anzahl jener SchülerInnen, die den Begriff ‚vorteilhaft‘ mit positiv besetzten Adjektiven erklärten, gleich, die Anzahl der nichtssagenden Erklärungen verringert sich jedoch deutlich auf insgesamt zwei Antworten. Ein Schüler/eine Schülerin bezieht sich in seinen/ihren Ausführungen auf den zuvor schon erwähnten Zustand des

Passens und beschreibt den Begriff ‚vorteilhaft‘ folgendermaßen: „*Es bedeutet für mich, wenn etwas sehr passend ist*“. Damit stellt diese Aussage die einzige Antwort dar, welche den Begriff ‚vorteilhaft‘ explizit mit Anpassung und damit mit der Evolutionsthematik in Beziehung setzt. Besonders interessant ist die Tatsache, dass im Posttest insgesamt vier Lernende den Begriff ‚vorteilhaft‘ mit botanischen Beispielen erklären und dabei diverse Vorteile von Pflanzen bzw. „Litter-Trapper“-Pflanzen explizit betonen. Hier zeigt sich erneut, dass die durchgeführte Intervention unter den Lernenden zu einer verstärkten Wahrnehmung von Pflanzen geführt haben dürfte. Speziell das Konzept des *litter trapping* und dessen Vorteil ist den SchülerInnen offenbar im Gedächtnis geblieben. So führt ein Lernender/eine Lernende „*große Blätter*“ als ein Beispiel für einen Vorteil von Pflanzen an und bezieht sich damit vermutlich auf die besprochenen „Litter-Trapper“-Pflanzen. In dieser Schülerantwort wird jedoch nicht genauer darauf eingegangen, worin genau der Vorteil von großen Blättern nun besteht bzw. wie sich dieser auf die Pflanze auswirkt. Die Aussage „*Dass die Pflanzen sich so verändern für ihre Gunsten*“ rückt wiederum ein botanisches Beispiel in den Mittelpunkt der Begriffsdefinition. Allerdings lassen sich auch in dieser Schülerantwort aufgrund der aktiven Formulierung und dem Ausdruck „*zu ihren Gunsten*“ wieder teleologische bzw. anthropomorphe Grundzüge erkennen.

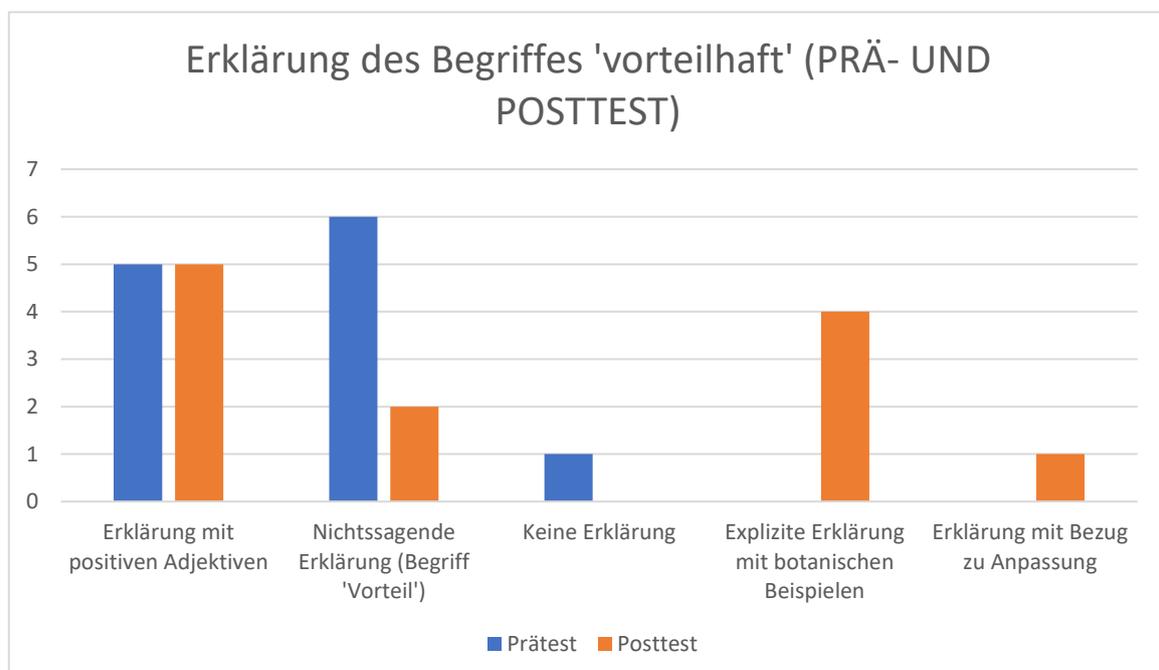


Abbildung 24: Kategorien der Definition des Begriffes ‚vorteilhaft‘ in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

5.1.4 Wichtigkeit von Evolution für Pflanzen

Die Einschätzung der SchülerInnen bzgl. der Wichtigkeit von Evolution für Pflanzen wurde im Online-Fragebogen in Form einer geschlossenen Frage abgefragt. Sowohl im **Prätest** als auch im **Posttest** sind sich alle zwölf Lernenden einig, dass evolutionäre Prozesse nicht nur für Mensch und Tier, sondern auch für Pflanzen eine wichtige Rolle spielen. Diese Antwort wurde den Lernenden allerdings höchstwahrscheinlich durch die Formulierung der geschlossenen Frage in den Mund gelegt und spiegelt offensichtlich nur den oberflächlichen Wissenstand der SchülerInnen wider. Dies wird deutlich, wenn man die zuvor beschriebenen Ergebnisse genauer betrachtet. Obwohl alle Lernenden die Wichtigkeit von Evolution für Pflanzen durchaus anerkennen, werden erst im Posttest von wenigen Lernenden botanische Beispiele zur Erklärung diverser, mit Evolution verbundener Begriffe verwendet. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass viele Lernende die Bedeutung von evolutionären Prozessen für Pflanzen wohl erst im Lauf der durchgeführten Intervention begreifen konnten.

5.1.5 Pflanzen mit speziellen Anpassungen

Die bzgl. der Frage nach speziellen Anpassungen bei Pflanzen gebildeten Kategorien, welchen die Schülerantworten zugeordnet wurden, sind der untenstehenden Grafik (Abbildung 25) zu entnehmen. Der Begriff ‚Blume‘ wird hier nicht im Sinne seiner botanischen Definition als bestäubungsbiologische Einheit verwendet, sondern bezieht sich auf verschiedene, von den Lernenden erwähnte krautige Blütenpflanzen. Wie man Abbildung 25 entnehmen kann, sind im **Prätest** insgesamt sieben SchülerInnen keine Pflanzen mit besonderen Anpassungen bekannt. Zwei SchülerInnen erwähnen den heimischen Nadelbaum Fichte als Pflanze mit besonderen Anpassungen, wobei von einem Schüler/einer Schülerin genauer beschrieben wird, dass die Fichte *„eher in Regionen angepasst ist, in denen es niedrige Temperaturen und mehr Niederschlag gibt“*. Hier findet sich also wieder eine Referenz auf die Umweltbedingungen, die zu den Anpassungen verschiedenster Lebewesen führen. Die genaue Art der Anpassung wird jedoch nicht genauer definiert. Es wird auch nicht erwähnt, welchen Vorteil die Anpassung der Fichte in ebendieser Umwelt mit sich bringt und wie sich dieser auswirkt. Zwei SchülerInnen erwähnen krautige Blütenpflanzen, also Blumen im

umgangssprachlichen Sinne, als Pflanzen mit besonderen Anpassungen. Ein Schüler/eine Schülerin nennt das „*Edelweiß*“, ein weiterer Schüler/eine weitere Schülerin erwähnt die besondere Anpassung der Sonnenblume, die sich „*zur Sonne richtet*“. In diesem Fall wird auf die genaue Form der Anpassung eingegangen, dafür werden die Umweltbedingungen, in denen diese Anpassung einen Vorteil bringt, nicht näher erwähnt. Ein Lernender/eine Lernende erwähnt „*Pflanzen im Wasser*“ als Pflanzen mit besonderen Anpassungen. Dabei wird jedoch nicht näher spezifiziert, welche Pflanzen damit gemeint sind und welcher Art ihre speziellen Anpassungen sind. Im **Posttest** sind allen SchülerInnen Pflanzen bekannt, die spezielle Anpassungen aufweisen. Als heimischer Baum wird nun von einem Schüler/einer Schülerin die „*Buche*“ genannt, die Fichte als Baum mit besonderen Anpassungen wird im Posttest nicht mehr erwähnt. Ein Schüler/eine Schülerin erwähnt das „*Edelweiß*“ als Blume mit besonderen Anpassungen. Dieses Mal werden die Umweltbedingungen, an die die Pflanze angepasst ist, genauer beschrieben: „*[Es ist angepasst] an die Berge und wenig Luft*“. Auf die genaue Art der Anpassung wird jedoch nicht eingegangen. Interessanterweise erwähnen zwei Lernende die „*Palme*“ als nicht heimischen Baum mit besonderen Anpassungen. Dies ist vermutlich auf die während der Intervention gezeigte Skizze von möglichen Wuchsformen von „Litter-Trapper“-Pflanzen zurückzuführen, welche ZONA & CHRISTENHUSZ (2015) zufolge auch in der Wuchsform von Palmen vorkommen können. Insgesamt acht Lernende erwähnen im Posttest explizit „Litter-Trapper“-Pflanzen als Pflanzen mit speziellen Anpassungen. Dies deutet erneut darauf hin, dass das Konzept des *litter trapping* und der Rückgriff auf diese spezielle Pflanzengruppe als botanisches Beispiel für evolutionäre Prozesse für die SchülerInnen sehr einprägsam war. Vier SchülerInnen erwähnen die „Litter-Trapper“-Pflanzen nur, ohne sie näher zu beschreiben. Drei SchülerInnen erklären jeweils die speziellen Umweltbedingungen im tropischen Regenwald oder beziehen sich explizit auf die Art der Anpassungen von „Litter-Trapper“-Pflanzen bzw. auf den Mechanismus des *litter trapping* selbst („*Litter-Trapper“-Pflanzen nehmen Nährstoffe durch Laub, welches sie mit ihren Blättern fangen, auf*“). Diese Erklärung gibt das Prinzip des *litter trapping* auf wissenschaftlich korrekte Art und Weise wieder und macht deutlich, dass der/die Lernende dieses Konzept im Rahmen der Intervention gut verstanden haben dürfte. Die Aussagen „*Litter-Trapper“-Pflanzen passen sich an*

den nährstoffarmen Boden im Regenwald an“ und „Litter-Trapper“-Pflanzen kriegen größere Blätter“ zeigen wiederum eine gewisse anthropomorphe Tendenz und die aktive Formulierung lässt auf zugrunde liegende teleologische Vorstellungen einer absichtsvollen und zielgerichteten Anpassung schließen.

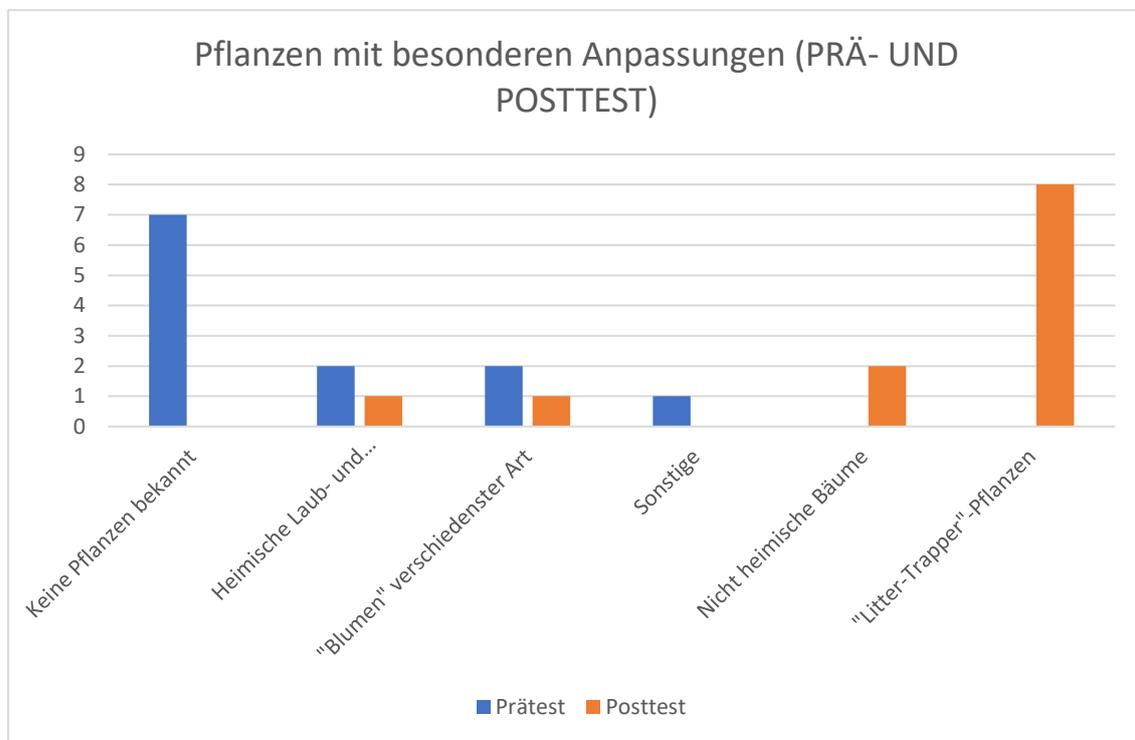


Abbildung 25: Kategorien der den SchülerInnen bekannten Pflanzen mit speziellen Anpassungen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

5.1.6 Aufbau von „Litter-Trapper“-Pflanzen

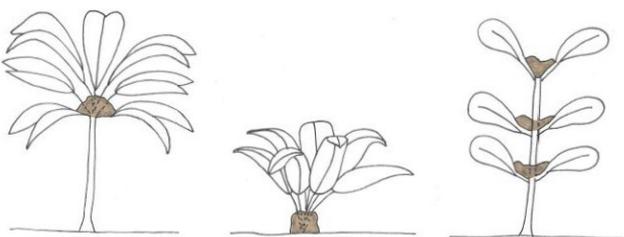


Abbildung 26: Skizze dreier möglicher Wuchsformen von „Litter-Trapper“-Pflanzen (angefertigt von Lisa Holzgruber, orientiert an WEISSENHOFER et al. 2008, 146)

Bei dieser Frage wurde den Lernenden eine Skizze⁷² (siehe Abbildung 26) von „Litter-Trapper“-Pflanzen vorgelegt und es wurde allgemein nach dem Aufbau bzw. nach den Gemeinsamkeiten dieser Pflanzen gefragt, ohne die Worte *litter trapping* explizit zu

verwenden. Im Rahmen der Analyse der Schülerantworten wurde darauf geachtet,

⁷² Besagte Skizze ist Teil des verwendeten Fragebogens, welcher sich in seiner Gesamtheit auch im Anhang der Arbeit befindet.

welche Teile der Pflanzen die Lernenden in ihrer Beschreibung erwähnen und wie genau diese Beschreibung ausfällt. Im **Prätest** erwähnen zwei von zwölf SchülerInnen in ihrer Beschreibung nicht sichtbare Bestandteile bzw. Besonderheiten der Pflanzen. So erwähnt ein Lernender/eine Lernende, dass die Pflanzen auf dem Bild „*Fruchtzucker haben und Sauerstoff erzeugen*“, ein weiterer Schüler/eine weitere Schülerin nennt die „*Fotosynthese*“ als Gemeinsamkeit der drei Pflanzen. Acht SchülerInnen beziehen sich im Prätest in ihrer Beschreibung explizit auf die Blätter der Pflanzen, die sie auf unterschiedliche Weise erwähnen. Sechs Lernende nennen die Blätter lediglich, zum Teil auch in Kombination mit anderen Bestandteilen von Pflanzen, wie „*Wurzeln*“, „*Stamm*“ oder „*Stängel*“. Zwei ProbandInnen beschreiben die Blätter näher. Ein Schüler/eine Schülerin bezieht sich in ihrer Beschreibung der Blätter auf deren Form bzw. Größe („*große Blätter*“). Dass dem Schüler/der Schülerin die Größe der Blätter der Pflanzen auf der Skizze auffällt, ist interessant, denn erst im Rahmen der Intervention wurde die Wichtigkeit von großen Blättern für den Mechanismus des *litter trapping* explizit betont. Ein weiterer Schüler/eine weitere Schülerin bezog sich in seinen/ihren Ausführungen auf die „*verschiedene Anordnung*“ der Blätter bei den drei abgebildeten Pflanzen. Drei SchülerInnen betonen explizit die Tatsache, dass alle drei Pflanzen im „*Boden*“ bzw. „*in der Erde*“ wachsen. Ein Lernender/eine Lernende beschreibt, dass „*alle drei [Pflanzen] blühen*“, wobei nicht klar ist, woran der Schüler/die Schülerin diese Aussage festmacht. Zwei SchülerInnen erwähnen den „*braunen Fleck*“, der bei allen drei Pflanzen eingezeichnet worden ist. Sie können jedoch dessen Herkunft bzw. Bedeutung nicht genau benennen. Das Konzept des *litter trapping* war vor der Intervention keinem der Lernenden bekannt⁷³, weshalb „Litter-Trapper“-Pflanzen wortwörtlich während des Prätests von keinem der Lernenden erwähnt werden. Generell beziehen sich die Schülerantworten des Prätests auf allgemeine Pflanzenbestandteile und spiegeln in einer gewissen Weise das botanische Vorwissen der Lernenden wider. Die Erwähnung der Fotosynthese bzw. der Erzeugung von Sauerstoff deutet darauf hin, dass manche Lernende über ein vertieftes botanisches Wissen verfügen, während andere SchülerInnen in ihren Beschreibungen lediglich die äußerlich sichtbaren Bestandteile von Pflanzen berücksichtigen. Im **Posttest** werden von keinem der ProbandInnen nicht

⁷³ Diese Tatsache geht auch aus den Antworten der drei Einzelinterviews hervor.

sichtbare Besonderheiten der Pflanzen beschrieben. Diese Tatsache deutet auf eine gewisse Konkretisierung ihres botanischen Wissens hin. Nachdem während der Intervention und speziell während des Bastelvorganges ausführlich zu den Besonderheiten der Blätter von „Litter-Trapper“-Pflanzen gearbeitet wurde, werden diese im Posttest von allen ProbandInnen erwähnt und von insgesamt elf SchülerInnen auch genauer beschrieben. Hierbei beziehen sich acht Lernende auf die Form, Größe und/oder Dichte der Blätter, während drei SchülerInnen zusätzlich auch deren Anordnung beschreiben. Bzgl. der Anordnung der Blätter wird erwähnt, dass diese „zur Mitte gehen“ bzw. „von einem Punkt ausgehen“ und „weit wegstehen“. Damit beschreiben die Lernenden die während der Intervention behandelten Besonderheiten von „Litter-Trapper“-Pflanzen, die von den SchülerInnen während des Bastelprozesses auch selbstständig erarbeitet wurden. Der während des Prätests von zwei Lernenden als „brauner Fleck“ bezeichnete Humus wird nun von drei Lernenden auf fachlich korrekte Art und Weise erwähnt („Unten am Stamm [ist] eine Humusschicht“). Ein Lernender/eine Lernende bezeichnet die drei Pflanzen auf der Skizze explizit als „Litter-Trapper“-Pflanzen, was wiederum darauf hindeutet, dass diese Pflanzengruppe ein für SchülerInnen einprägsames botanisches Beispiel darstellt. Besonderes Augenmerk soll auf die deutlich finalistische und teleologische Teilaussage eines Schülers/einer Schülerin gelegt werden: „[...] sie wollen alle so viele Blätter haben, dass sie viele Nährstoffe haben [können]“. Durch die Verwendung des Begriffes ‚wollen‘ werden den Pflanzen einerseits anthropomorphe Eigenschaften, andererseits eine gewisse Erkenntnis der eigenen Situation unterstellt (vgl. auch BAALMANN 2004). Aus dieser Erkenntnis folgt eine zielgerichtete, absichtsvolle Anpassung, im Rahmen derer die vielen, großen Blätter als neues Merkmal entstehen.

5.1.7 Entstehung des *litter trapping* (Concept Cartoon)

Im Rahmen dieser Frage wurde den Lernenden ein sogenannter *Concept Cartoon*⁷⁴ (siehe Abbildung 27) vorgelegt. Die SchülerInnen sollten sich die verschiedenen Antworten auf die Frage nach der evolutionären Entstehung des Mechanismus des *litter trapping* durchlesen und sich für jene Antwort entscheiden,

⁷⁴ Der Einsatz von *Concept Cartoons* im Rahmen der Erhebung von Schülervorstellungen wurde in Kapitel 2.5.1 dieser Arbeit schon diskutiert.



Abbildung 27: Im Rahmen der Fragebogenstudie eingesetzter *Concept Cartoon* zur Entstehung des Mechanismus des *litter trapping* (angefertigt von Lisa Holzgruber)

der sie am ehesten zustimmen⁷⁵. Abschließend sollte diese Entscheidung noch in wenigen Worten begründet werden. Nur eine Antwort des *Concept Cartoons* ist vollständig wissenschaftlich und fachlich korrekt. Lediglich die Aussage von Marie ist frei von jeglichen teleologischen und finalistischen Äußerungen, die den „Litter-Trapper“-Pflanzen aufgrund ihrer aktiven Formulierung die Erkenntnis einer Anpassungsnotwendigkeit, sowie eine absichtsvolle und zielintendierte Anpassung unterstellen. Außerdem ist Maries Antwort die einzige, die auf den Generationenaspekt von Evolution Bezug nimmt und Anpassungen nicht als Ereignis im Leben eines Einzelindividuums darstellt (siehe auch HAMMANN und ASSHOFF 2017). Damit entsprechen die drei übrigen Antwortmöglichkeiten populären Schülervorstellungen, die auch im Rahmen dieser Arbeit schon erwähnt wurden und meist lebensweltlichen Erfahrungen entspringen. Abbildung 28 zeigt die Verteilung der Zustimmung der SchülerInnen zu den verschiedenen Antwortmöglichkeiten in Prä- und Posttest⁷⁶. Im **Prätest** stimmen lediglich zwei SchülerInnen der Aussage von Marie zu. Fünf SchülerInnen entscheiden sich für Chris' Antwort, drei ProbandInnen bevorzugen Lindas Aussage und vier Lernende halten Alex' Aussage für richtig. Die Begründungen für die gewählten Antworten sind vielfältig. Zwei Lernende begründen ihre Wahl nicht. Fünf SchülerInnen greifen auf nichtssagende Begründungen zurück („weil es logisch klingt“, „weil es

⁷⁵ Einige TeilnehmerInnen dieser Studie stimmten mehreren Aussagen zu.

⁷⁶ Die Anzahl der Zustimmungen übersteigt die Anzahl der ProbandInnen, was daran liegt, dass manche ProbandInnen mehr als nur einer Aussage zugestimmt haben.

wirklich so sein kann“, „weil er recht hat“). Zwei SchülerInnen begründen die Wahl der Antwort von Alex mit der Tatsache, dass im Boden nicht genügend Nährstoffe seien und die Pflanze sich deshalb anpassen müsse. Damit wird der nährstoffarme Boden als Ursache für die Anpassung betrachtet, welche auch in diesem Fall auf ein bestimmtes Ziel hinausläuft, nämlich eine andere Art der Nährstoffaufnahme zu finden. Drei SchülerInnen, die Chris bzw. Linda zustimmen, verknüpfen ihre Begründungen mit evolutionären Aussagen. So beschreiben diese Lernenden die sich fortwährend ändernden Lebensbedingungen und die Anpassungen der Pflanzen an die speziellen Bedingungen im tropischen Regenwald. Hierbei greift ein Schüler/eine Schülerin wieder auf eine finalistische Formulierung zurück: „[...] die Bäume haben sich angepasst, damit sie die Blätter auffangen können“. Auch in dieser Aussage spiegeln sich eine gewisse Anpassungserkenntnis und -notwendigkeit, sowie eine zielgerichtete Anpassung der Pflanze wider. Die teleologischen Formulierungen bzw. Begründungen setzen sich auch im **Posttest** fort (z.B. „[...] weil sie sich nicht genug Nährstoffe aus dem Boden holen können“). Allerdings ändert sich die Verteilung der Zustimmung der SchülerInnen zu den einzelnen Antwortmöglichkeiten deutlich. Sechs ProbandInnen stimmen nun Marie zu, während Linda und Chris nur noch auf jeweils drei Zustimmungen kommen. Alex' Antwort wird nur von einem Schüler/einer Schülerin gewählt. Die Anzahl der SchülerInnen, welche der richtigen Antwortmöglichkeit zugestimmt haben, hat sich damit zwischen Prä- und Posttest verdreifacht. Dies deutet auf einen Wissenszuwachs in der Zeit der Intervention und einen Wandel der Schülervorstellungen hin zu fachlich korrekteren Vorstellungen hin. Allerdings scheint sich auch dieses neu gewonnenen Verständnis für evolutionäre Prozesse bei den meisten SchülerInnen nur oberflächlich zu manifestieren, was die Begründungen zeigen. Lediglich ein Schüler/eine Schülerin begründet seine/ihre Wahl der richtigen Antwortmöglichkeit mit einer fachlich korrekten Aussage: „Ich stimme Marie zu, weil die am besten angepasste Pflanze überlebt“. Dennoch wird auch in dieser Aussage die Wahl nicht explizit damit begründet, dass die übrigen Antworten auf eine willentliche, bewusste und zielgerichtete Anpassung der „Litter-Trapper“-Pflanzen hindeuten. Obwohl die Wichtigkeit einer „zufälligen“ Anpassung sowohl in einigen Antworten des Posttests, als auch im Rahmen der Einzelinterviews mehrfach erwähnt wurde, scheinen die Lernenden dieses oberflächliche Wissen nicht auf neue Situationen bzw. Aufgaben umlegen zu

können. Interessanterweise greift ein Lernender/eine Lernende in seiner/ihrer Begründung auf die Erwähnung einer unwillkürlichen Anpassung zurück („[...] weil die Pflanzen nicht merken, wann sie was brauchen“), stimmt aber der Aussage von Chris zu, dessen Aussage deutlich eine zielgerichtete Anpassung impliziert. Die Mehrheit der Begründungen bezieht sich nach wie vor auf den Lebensraum des tropischen Regenwaldes und seine Besonderheiten. Die SchülerInnen scheinen das Konzept des *litter trapping* und dessen Vorteile an dem speziellen Standort des Regenwaldes also begriffen zu haben und sobald sie diese Informationen in einer der Antwortmöglichkeiten wiederfinden, tendieren sie dazu, diese als richtig anzuerkennen. Dabei werden evolutionäre Prozesse und ihr fachlich korrekter Ablauf außer Acht gelassen. Die Anzahl der nichtssagenden Begründungen ist im Posttest auf zwei gesunken.

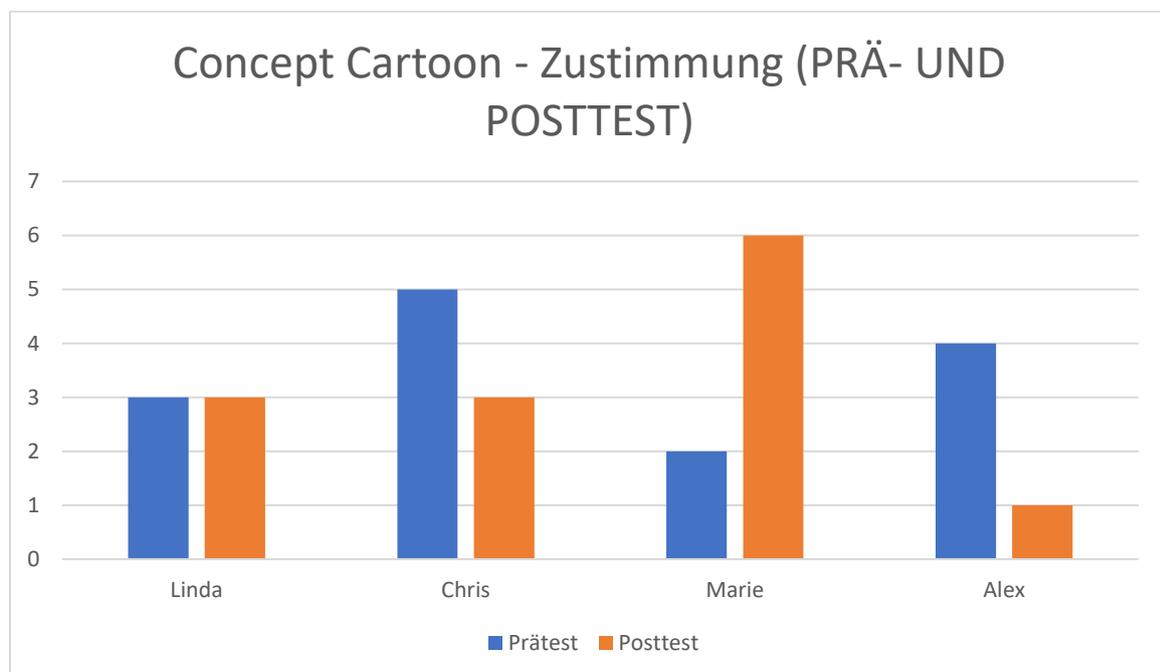


Abbildung 28: Verteilung der Zustimmung der SchülerInnen zu den verschiedenen Antwortmöglichkeiten in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)

5.1.8 Interesse an diversen Aspekten des Biologieunterrichts

Im Rahmen des Online-Fragebogens wurde auch das Interesse der Lernenden am Biologieunterricht und speziellen in diesem behandelten Themen abgefragt. Hierbei handelt es sich allerdings nur um eine flankierende Datenerhebung, da die Feststellung des Interesses an naturwissenschaftlichen Themen nicht im

Mittelpunkt dieser Studie steht. Dennoch sind die erhobenen Daten im Hinblick auf die schon mehrfach erwähnte *Plant Blindness* und die häufige Unzulänglichkeit des Evolutionsunterrichts an österreichischen Schulen interessant und sollen deshalb im Ergebniskapitel dieser Arbeit kurz besprochen werden. Abbildung 29 zeigt die Bewertung des Biologieunterrichts durch die ProbandInnen. Diese Bewertung wurde im Fragebogen mittels einer Likert-Skala erhoben, welche den Lernenden die Auswahl einer von fünf Bewertungsstufen erlaubte. Die Mehrheit der ProbandInnen bewertet also den Biologieunterricht in einem mittleren Bereich auf der Notenskala, wobei die Bewertung im Rahmen des Posttests sich auf einen noch engeren Bereich konzentriert und lediglich die Noten ‚Gut‘ und ‚Befriedigend‘ einschließt. Damit deckt sich diese Bewertung auch mit den Aussagen aus den Einzelinterviews, in welchen der Biologieunterricht durchgängig als neutrales Fach beschrieben wird, das bei den Lernenden weder vollkommen gut noch völlig negativ abschneidet. Die Bewertung des bisher erlebten Evolutionsunterrichts gestaltet sich ähnlich (siehe Abbildung 30). Auch sie konzentriert sich im mittleren Bereich der Notenskala, wobei von den Lernenden im Posttest deutlich mehr ‚Befriedigend‘ als ‚Gut‘ vergeben wurden. Besonders interessant ist die Bewertung von Pflanzen im Biologieunterricht (siehe Abbildung 31), die im Vergleich zu den anderen beiden Themenbereichen deutlich negativer ausfällt. An dieser negativen Bewertung konnte auch die durchgeführte Intervention nichts ändern. Dies könnte unter Umständen zum Teil daran liegen, dass aufgrund der aktuellen Situation rund um COVID-19 nicht mit realen, authentischen Pflanzen⁷⁷ gearbeitet wurde, sondern diese lediglich modellhaft nachgebaut wurden. Die Ergebnisse dieser Studie decken sich mit jenen anderer Untersuchungen, die mehrfach feststellten, dass das Interesse von Kindern und Jugendlichen für botanische Aspekte oft deutlich geringer ausfällt als jenes für die Zoologie (siehe z.B. siehe z.B. LAMPERT et al. 2018b, WANDERSEE & SCHUSSLER 1999). Auch die weiter unten

⁷⁷ Mehrere Studien konnten bereits nachweisen, dass die Arbeit mit authentischen Lebewesen das Naturinteresse von Lernenden signifikant erhöhen kann (siehe z.B. LESKE, S. & BÖGEHOLZ, S. (2008). Biologische Vielfalt regional und weltweit erhalten – Zur Bedeutung von Naturerfahrung, Interesse an der Natur, Bewusstsein über deren Gefährdung und Verantwortung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 167-184).

analysierten Aussagen der Einzelinterviews bestätigen diese Bewertung im Rahmen des Online-Fragebogens.

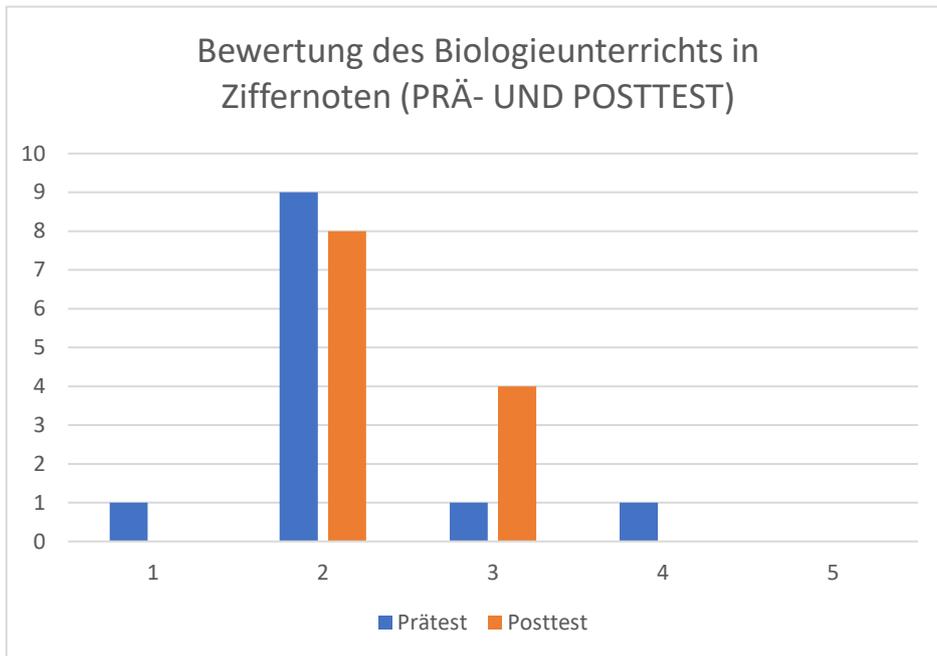


Abbildung 29: Bewertung des Biologieunterrichts in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)

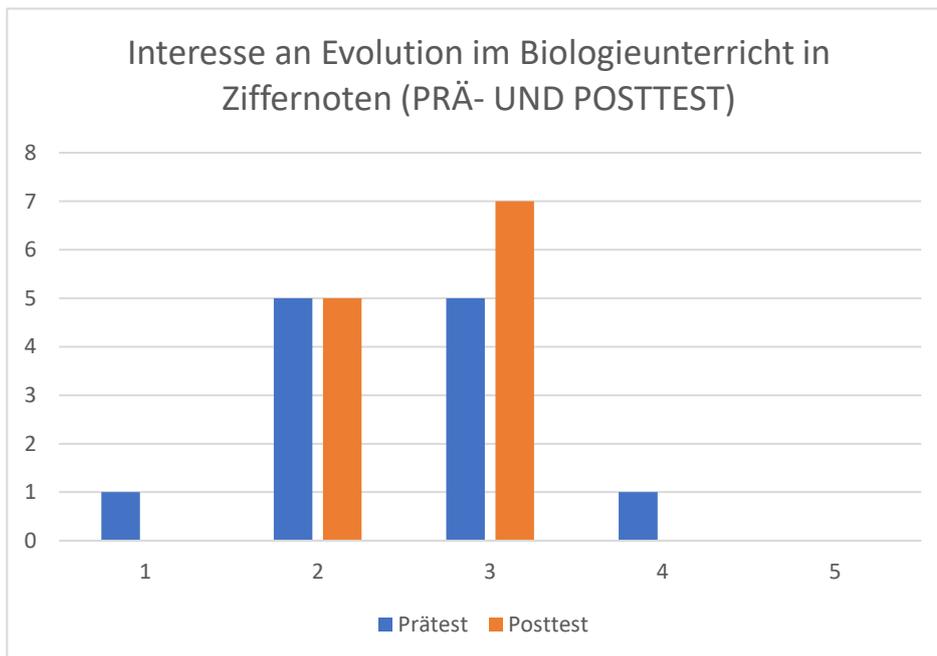


Abbildung 30: Bewertung des Evolutionsunterrichts in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)

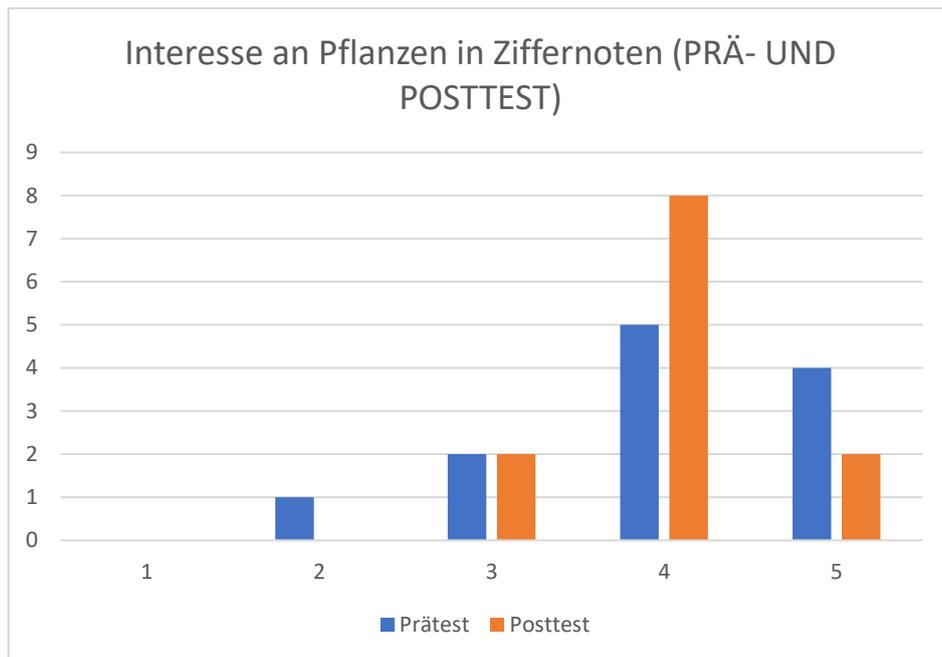


Abbildung 31: Bewertung von Pflanzen im Biologieunterricht in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)

5.1.9 Zusammenschau

Wie die Ergebnisse des Fragebogens verdeutlichen, scheinen die Lernenden nach der Intervention ein profundes Verständnis der Pflanzengruppe der „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihrer Besonderheiten zu haben. Viele SchülerInnen konnten im Posttest den Mechanismus des *litter trapping* sowie die Anpassungen der „Litter-Trapper“-Pflanzen an den nährstoffarmen Boden des tropischen Regenwaldes fachlich richtig beschreiben. Außerdem wurden „Litter-Trapper“-Pflanzen von mehreren ProbandInnen explizit als Pflanzen mit speziellen Anpassungen erwähnt. Dies deutet darauf hin, dass die gewählte Pflanzengruppe ein einprägsames botanisches Beispiel darstellt, welches die Wahrnehmung von Pflanzen und ihrer Rolle in evolutionären Prozessen bei den Lernenden steigern konnte. Ob den teilnehmenden ProbandInnen jedoch klar ist, wie genau die erwähnten Anpassungen von „Litter-Trapper“-Pflanzen entstehen bzw. wie sich diese auf die Merkmalsverteilung in der Population auswirken, bleibt jedoch fraglich. Diverse Befunde und Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Intervention lediglich einen oberflächlichen Wissenszuwachs bei den Lernenden hervorrufen konnte, welcher nicht auf neue Situationen angewendet werden kann. Eine

genauere Diskussion dieser Aspekte findet sich auch in den abschließenden Kapiteln dieser Arbeit.

5.2 Ergebnisse Interviews

Im folgenden Kapitel sollen die Ergebnisse der drei durchgeführten Interviews dargestellt werden. Zu jedem Gespräch gibt es zwei Unterkapitel, welche einerseits die geordneten und kategorisierten Aussagen⁷⁸ anführen sollen und andererseits auch detailliertere Einzelanalysen sowie eine abschließende generalisierende Analyse enthalten. Die vollständigen Transkripte und die redigierten Aussagen befinden sich im Anhang der Arbeit.

5.2.1 Geordnete Aussagen Leonie

Das Gespräch mit Leonie dauerte etwa 13 Minuten.

Persönliche Angaben

Interessen und Hobbys (1-4)

Ich bin 14 Jahre alt und betreibe gerne Sport. Am liebsten gehe ich laufen. Ich musiziere auch ein bisschen.

Schulische Interessen (6-8)

Ich habe keine speziellen Lieblingsfächer, ich mag ganz viele verschiedene Fächer. Außerdem kommt es immer auf die Themen an, was ich spannend finde.

Bezug zur Natur (10-15)

Also die Natur habe ich schon ganz gerne. Auch Sport mache ich viel lieber irgendwo draußen als zuhause. Am liebsten im Wald.

Evolution und Anpassung

„Litter-Trapper“-Pflanzen (27-29, 32-34, 47-48)

Auch gemerkt habe ich mir die „Litter-Trapper“-Pflanzen und dass es im Urwald nicht so viel Humus gibt, aus dem sie Nährstoffe nehmen können. Deshalb fangen sie das [meint vermutlich Laub] auf ihren Blättern auf und haben so mehr Nährstoffe. Neue Informationen waren für mich die „Litter-Trapper“-Pflanzen generell, die habe ich vorher gar nicht gekannt und auch nicht gewusst, dass es

⁷⁸ Die Aussagen werden in Hauptkategorien und Unterkategorien eingeteilt und auf diese Weise gegliedert und sortiert. Die Hauptkategorien orientieren sich an den großen Themenblöcken des Interviewleitfadens, welcher sich ebenfalls im Anhang der Arbeit befindet.

sie gibt. Das Sammeln von Laub auf ihren Blättern ist gut für die „Litter-Trapper“-Pflanzen, weil sie dadurch mehr Nährstoffe haben. Dadurch können sie auch besser wachsen und sich besser vermehren. Und es geht ihnen einfach besser.

Ungewollte Weiterentwicklung (21-22, 36-38)

Ich habe mir aus den letzten Einheiten zum Thema Evolution bei Pflanzen mitgenommen und ganz gut gemerkt, dass sie [meint vermutlich Pflanzen] nicht beeinflussen können, wie sich verändern, sondern dass das einfach passiert. Ich habe mir zwar gedacht, dass sie das nicht beeinflussen können, aber ich habe es noch nie so richtig gehört.

Zeitlicher Aspekt (24-25)

Außerdem habe ich mir gemerkt, dass Evolution über viele Jahre hinweg passiert und nicht schnell geht.

Spezielle Anpassungen bei Pflanzen und Tieren (49-56, 57-67)

Andere Pflanzen mit speziellen Anpassungen sind solche Pflanzen, die Insekten auffangen können [meint fleischfressende Pflanzen]. Die sind ein bisschen ausgefallener. Ein Tier mit einer speziellen Anpassung ist die Giraffe. Damit sie die Blätter besser essen kann, hat sie einen langen Hals. Und Enten haben spezielle Flossen, damit sie besser schwimmen können.

Entstehung von Merkmalen (57-67, 70-89)

Auf dem Bild sind Giraffen, die immer größer, also immer höher werden und einen immer längeren Hals haben. Früher hatten die Giraffen also eher einen kurzen Hals und jetzt einen langen. Ich glaube, dass die Pflanzen generell höher geworden sind. Damit die Giraffen wieder etwas essen können und mehr Futter kriegen, sind sie auch höher geworden. Wenn die Giraffen klein sind und nur die unteren Blätter fressen können, haben sie nicht so viel Auswahl, wie wenn sie höher sind. Mit langem Hals können sie von unten und von weiter oben Futter nehmen. Damit sie die Blätter essen kann, hat sie einen langen Hals. Und Enten haben spezielle Flossen, damit sie besser schwimmen können.

Begriff Anpassung (90-95)

Unter dem Wort Anpassung verstehe ich, dass sie [es geht nicht hervor, ob hier Pflanzen oder Tiere gemeint sind] einen besseren Lebensstil haben, besser überleben können und sich auch besser fortpflanzen.

Stetige Veränderung / Weiterentwicklung (139)

Aber natürlich schon, dass sich alles ein bisschen verändert.

Biologieunterricht

Pflanzen im Biologieunterricht (98-108, 109-114)

Im Biologieunterricht interessieren mich besonders Themen wie der Mensch. Ich muss sagen, dass ich mich über Pflanzen nicht so gerne informiere. Vorher kommen eher noch die Tiere. Die Abstufung ist also Mensch, Tier, Pflanze. In den vier Jahren NMS haben wir in Biologie zu Pflanzen eher weniger gemacht. Wir haben eher zu Menschen und Tieren gearbeitet.

Persönlicher Arbeitsstil im Biologieunterricht (115-123, 186)

Mein Arbeitsstil im Biologieunterricht ist ganz verschieden. Mir hilft es schon beim Lernen, wenn ich etwas Praktisches mache, wie z.B. Modelle basteln, und dann ein Bild vor mir habe, wie das jetzt wirklich ist. Aber es hilft mir auch ganz gut, wenn jemand etwas gut erklären kann. Wenn man jemandem etwas über Evolution erklären will, halte ich auch diese zwei Sachen, also erklären und selber tun, für am nützlichsten.

Evolutionsunterricht

Erinnerungen an den Evolutionsunterricht (118-134, 143-149)

Wir hatten im letzten Jahr nur ein bisschen Evolutionsunterricht. Ich erinnere mich an ein Spiel, das wir gespielt haben. Da ging es darum, was als erstes da war, das Ei oder das Huhn. Und außerdem haben wir zum Thema Evolution einfach viel im Buch bearbeitet. Da habe ich mir nicht so richtig viel gemerkt. Bei mir war Evolution eher ein abgeschlossenes Thema. Also es war nicht so, dass immer wieder Beispiele im Unterricht gekommen sind.

Vergleich Evolutionsunterricht mit Intervention (135-142)

Konkret ist mir nichts ausgefallen, was ich aus dem Evolutionsunterricht in der Intervention der Studie wiederfinden konnte. Aber natürlich schon, dass sich alles ein bisschen verändert. Also die Veränderung ist mir schon aufgefallen.

Bewertung der Intervention

Positive Anmerkungen (154-157, 160, 191-192, 206)

Ich habe die drei Stunden der Intervention echt sehr spannend gefunden. Der Versuch und das Selber-Basteln waren für mich echt eine gute Idee. Es war voll cool, einmal zu überlegen, wie das [meint vermutlich Evolution und den Aufbau einer „Litter-Trapper“-Pflanze] jetzt wirklich geht. Es war eine ganz spannende Zeit. Konkret gibt es nichts, was ich an der Intervention verbessern würde. Ich habe mir nie gedacht ‚Ja, das würde ich nicht so machen‘. Ich habe es cool gefunden und es hat alles gepasst.

Kritische Anmerkungen (163-171)

Die Fragen des Online-Tests sind mir eher schmerzlich gefallen. Ich habe mir oft gedacht ‚Ja, so ist das!‘, aber habe dann nicht gewusst, wie ich das richtig formulieren soll.

Bewertung der verwendeten Methoden (172-188)

Von den bei der Intervention verwendeten Methoden hat mir persönlich die Videokonferenz am besten gefallen, weil da jemand erklärt hat und so gute Beispiele gebracht hat. Das Basteln hat mir auch gut gefallen. Wenn man jemandem etwas über Evolution beibringen will, halte ich auch diese zwei Sachen, also erklären und selber tun, für am nützlichsten.

Persönlicher Outcome der Intervention (159-160, 195-196)

Es waren auch viele neue Dinge dabei, die ich mir gemerkt habe und jetzt auch weitererzählen könnte. Ich glaube auf jeden Fall, dass ich Evolution jetzt ein bisschen besser verstehe. Es ist sicher was Neues dazugekommen und ein bisschen besser verstehe ich es jetzt glaube ich auch.

Besuch im Botanischen Garten der Universität Wien (197-203)

Ich glaube, es ist mir nicht abgegangen, dass ich keine echten „Litter-Trapper“-Pflanzen gesehen habe. Aber ich habe auch nicht die Chance dazu gehabt. Aber ich glaube, dass auch Bilder ganz gut helfen.

5.2.2 Einzelanalyse Leonie

Das Gespräch mit Leonie dauerte insgesamt fast 14 Minuten und war damit das längste der drei durchgeführten Interviews. Dies ist vermutlich auf Leonies offene, kommunikative und mitteilungsbedürftige Art zurückzuführen, die auch im Transkript erwähnt wird. Leonies Antworten waren teilweise lang und ausführlich. Sie enthalten teils wissenschaftlich korrekte Aussagen und teils Vorstellungen, die nicht der fachlichen Wirklichkeit entsprechen. In der Folge soll Leonies Interview analysiert und kommentiert, sowie wichtige Aussagen herausgearbeitet werden. Leonie ist ein sportliches und kreatives Mädchen, das laut eigenen Angaben viel Zeit in der Natur verbringt. Die verbrachte Zeit in der Natur gründet sich jedoch eher auf den vielfältigen sportlichen Aktivitäten der Schülerin, als auf ihrem naturwissenschaftlichen Interesse. Leonie erwähnt das Fach Biologie nicht explizit als ihr Lieblingsfach, sie „*mag jedoch ganz viele verschiedene Fächer*“ (6-8), immer abhängig von den gerade behandelten Themen. Leonie hat nach der Intervention ein umfassendes Wissen über die „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihre Besonderheiten. Sie beschreibt den typischen Standort der Pflanzen mit dem Begriff „*Urwald*“ (27-29) und weiß, dass der Boden dort verhältnismäßig wenig Humus enthält, wodurch den Pflanzen nur wenige Bodennährstoffe zur Verfügung stehen und sie deshalb „*Laub auf ihren Blättern auffangen*“ (27-29). Leonie verknüpft gedanklich das Sammeln von Laub mit der besseren Verfügbarkeit von Nährstoffen und dem verbesserten Wachstum sowie einer verstärkten Vermehrung. Die Schülerin scheint den Mechanismus des *litter trapping* in seinen Grundzügen verstanden zu haben, obwohl ihr laut eigenen Aussagen die „Litter-Trapper“-Pflanzen zuvor in keiner Weise bekannt waren. Obwohl Leonie in ihren Ausführungen viele fachlich richtige Aussagen tätigt, kann sie die angeführten Inhalte nicht mit dem Thema Evolution verknüpfen. So beschreibt sie beispielsweise nicht, wie sich die verstärkte Vermehrung jener Pflanzen, die mehr Laub auffangen können, auf die Anpassung derselben an den jeweiligen Standort

auswirkt. Die Aussage „*Und es geht ihnen einfach besser*“ (47-48) zeigt leichte anthropomorphe Züge⁷⁹. Wie auch Markus nennt Leonie explizit die ungewollte Weiterentwicklung von Pflanzen. In ihren Ausführungen erklärt sie, dass „*Pflanzen nicht beeinflussen können, wie sie sich verändern, sondern dass das einfach passiert*“ (21-22). Damit spricht sie sich gegen die von HAMMANN und ASSHOFF (2017) angeführte Schülervorstellung aus, dass Individuen im Laufe ihrer Evolution absichtsvoll handeln, um sich anzupassen. Der weitere Verlauf des Interviews zeigt, dass Leonies Ausführungen jedoch nur auf theoretischer Ebene fachlich richtig sind. Sobald es darum geht, das neu erworbene Wissen auf eine andere Situation anzuwenden, fällt die Schülerin wieder in rein teleologische Erklärungsmuster zurück. Dies wird besonders deutlich, als Leonie die Entstehung des langen Halses von Giraffen erklärt. Die Aussage „*Auf dem Bild sind Giraffen, die immer größer werden*“ zeigt lamarckistische Grundzüge, da die Betonung des Satzes darauf liegt, dass die Giraffe im Lauf der Zeit durch das Erreichenwollen der ebenfalls „*höher gewordenen Pflanzen*“ (57-67) einen längeren Hals bekommen hat. Außerdem scheint sich Leonie in ihren Erklärungsansätzen lediglich auf einzelne Individuen, nicht jedoch auf ganze Populationen zu beziehen. Mit den Ausführungen bzgl. der gleichzeitig höher gewordenen Giraffen und Pflanzen bezieht sich Leonie, vermutlich ohne es zu wissen, auch auf das Konzept der Koevolution. Die beiden Sätze „*Damit die Giraffen wieder etwas essen können, sind sie höher geworden*“ und „*Damit sie Blätter essen kann, hat sie einen langen Hals*“ sind ganz klar den weiter oben schon beschriebenen teleologischen bzw. finalistischen Schülervorstellungen zuzuordnen. Leonie erklärt, dass sich die Giraffen verändern mussten, um mit den neuen Umweltbedingungen, also den höher gewordenen Pflanzen, zurechtzukommen. KATTMANN (2016) beschreibt diese Schülervorstellung als automatische Reaktionen des Körpers auf Umweltveränderungen. Wie auch HAMMANN und ASSHOFF (2017) in ihren Ausführungen erwähnt haben, scheint Leonie die Anpassungsnotwendigkeit an die neuen Umweltbedingungen als Motor für die Entstehung eines neuen Merkmals, also des längeren Giraffenhalses, zu verstehen. Die Schülerin erwähnt nicht explizit, dass der Anpassung eine Einsicht über die eigene Situation zugrunde liegt, wie dies etwa BAALMANN et al. (2004) in ihrer Studie bei zahlreichen Lernenden

⁷⁹ Anthropomorphe Schülervorstellungen und ihre Besonderheiten wurden ausführlich in Kapitel 2.5.2 beschrieben.

einer ähnlichen Altersgruppe nachweisen konnten. Dennoch liegen den Aussagen der Schülerin Aspekte einer zielgerichteten und absichtsvollen Anpassung zugrunde, was interessant ist, da Leonie kurz zuvor explizit erklärt hatte, dass Pflanzen nicht beeinflussen können, wie sie sich verändern. Vielleicht spielen hier die unterschiedlichen Schülervorstellungen bei zoologischen und botanischen Beispielen (siehe z.B. BRENNECKE 2014) eine Rolle, auf die in der Diskussion noch genauer eingegangen wird. Auch die Erwähnung von „speziellen Flossen“ (70-89) bei Enten, die sie zum besseren Schwimmen benötigen, deutet auf eine gewisse unterstellte Anpassungsnotwendigkeit hin. Leonie spricht im Lauf des gesamten Gespräches immer von „den Giraffen“ bzw. „der Giraffe“ (75-67, 70-89). Aus ihren Ausführungen geht nicht hervor, ob sie sich damit auf die Giraffe als Individuum oder auf die Giraffen als eigene Art bezieht. Die Schülerin scheint jedoch kein Populationsverständnis zu haben und beschreibt die Merkmalsveränderung als Prozess im Leben eines eigenen Individuums, welches stellvertretend für die gesamte Art zu stehen scheint (vgl. auch BAALMANN et al. 2004, HAMMANN und ASSHOFF 2017). Auch Begriffe wie Mutation, Selektion, Variation oder Vererbung werden von Leonie in ihren Ausführungen nicht erwähnt. Sie beschreibt gemäß HAMMANN und ASSHOFF (2017), dass die Giraffen im Lauf der Zeit ihre Merkmale Schritt für Schritt verändert haben, um sich an die veränderten Bedingungen anzupassen. Mit der Aussage „Außerdem habe ich mir gemerkt, dass Evolution über viele Jahre hinweg passiert und nicht schnell geht“ (24-25) bezieht sich Leonie zwar explizit auf die auch von HAMMANN und ASSHOFF (2017) erwähnten langen Zeiträume, in denen Evolution stattfindet, sie kann jedoch auch diese Aussage nicht auf die Veränderung von Populationen durch Mutation, innerartliche Variation und Selektion umlegen. Als Pflanzen mit speziellen Anpassungen nennt Leonie neben den schon erwähnten „Litter-Trapper“-Pflanzen noch fleischfressende Pflanzen, die sie als „Pflanzen, die Insekten auffangen können“ (49-56) beschreibt. Den Begriff der Anpassung bringt die Schülerin mit dem besseren Überleben und der besseren Fortpflanzung von Pflanzen und Tieren in Verbindung, was durchaus einer fachlich richtigen Vorstellung entspricht. Die Erwähnung eines „besseren Lebensstils“ (90-95) zeigt jedoch wieder Grundzüge einer gewissen Vermenschlichung. Die weiter oben erwähnte Vorstellung eines typologischen Artbegriffes und der Unveränderlichkeit der Arten ist in Leonies Ausführungen nicht zu finden. Diese Tatsache wird durch

die Betonung der stetigen Veränderung des Lebens auf der Erde untermauert. Laut ihren eigenen Ausführungen interessiert sich die Schülerin im Biologieunterricht eher für den menschlichen Körper als für Pflanzen. Scheinbar konnte an dieser Einstellung auch die durchgeführte Intervention nichts verändern. Leonie scheint zwar Pflanzen jetzt verstärkt wahrzunehmen, da sie auch explizite Beispiele zur Evolution anhand von Pflanzen erklärt⁸⁰, das Interesse an botanischen Themen scheint jedoch gleich geblieben zu sein. Leonie erwähnt auch, dass in ihrer vierjährigen Laufbahn als NMS-Schülerin in Biologie mehr zu Mensch und Tier als zu Pflanzen gearbeitet wurde, was den schon mehrfach erwähnten Ausführungen bzgl. *Plant Blindness* bei SchülerInnen und LehrerInnen entspricht. Ihren eigenen Arbeitsstil im Biologieunterricht beschreibend betont Leonie die Wichtigkeit der Kombination von „*erklären und selber tun*“ (186). Sie erklärt, dass ihr praktische und anschauliche Unterrichtsmethoden, wie beispielsweise das Basteln von Modellen, sinnvoll für ihren Lernprozess erscheinen, da sie „*dann ein Bild vor sich hat, wie das jetzt wirklich ist*“ (115-123). Dennoch hält die Schülerin auch einfache und gute Erklärungen für förderlich, was erklärt, weshalb es ihr „*nicht abgegangen ist*“ (197-203), im Rahmen der Intervention keine echten „Litter-Trapper“-Pflanzen gesehen zu haben. Die Ausführungen der Schülerin über den bisher erlebten Evolutionsunterricht lassen darauf schließen, dass Leonie an diesen nicht mehr sonderlich viele Erinnerungen zu haben scheint und dass dieser großteils theoretischer Natur gewesen sein dürfte. Leonie empfand den Evolutionsunterricht als abgeschlossene Thematik und konnte, abgesehen von der stetigen Veränderung von Lebewesen, keine konkreten Inhalte in der durchgeführten Intervention wiederfinden. Sie kann sich noch dunkel an ein gespieltes Spiel erinnern, meint aber, dass viele Inhalte „*einfach im Buch bearbeitet*“ (118-134) wurden. Diese Aussagen decken sich auch mit den Ergebnissen zahlreicher Untersuchungen, welche die Unzulänglichkeit des Evolutionsunterrichts in österreichischen Schulen hervorheben (vgl. z.B. WANDERSEE et al. 1995, DREESMANN et al. 2011). Die Intervention selbst beschreibt Leonie als durchwegs positiv. Sie hat viel Lob für die angewandten Methoden übrig und beschreibt vor allem das Basteln und die Videokonferenz als sehr zielführend. Diese Ausführungen decken sich mit dem zuvor schon beschriebenen,

⁸⁰ Siehe hierzu auch die gesamten Kapitel 5.1 und 5.2.

persönlichen Arbeitsstil von Leonie, in welchem sie ihren eigenen Ausführungen zufolge gerne praktische mit theoretischen Arbeitsweisen verbindet. Kritische Anmerkungen äußert Leonie nur in Bezug auf den Online-Fragebogen und die teils komplexen Fragen, deren Beantwortung der Schülerin teilweise schwergefallen ist, weil sie nicht wusste „*wie sie das richtig formulieren soll*“ (163-171). Abschließend betont Leonie, dass die Intervention ihr bei der Aneignung neuen Wissens sehr geholfen hat und sie sich „*viele neue Dinge gemerkt hat, die sie jetzt auch weitererzählen kann*“ (159-160). Laut eigenen Angaben glaubt sie, Evolution jetzt ein bisschen besser zu verstehen. Auf theoretischer Ebene scheint das auch zu stimmen, denn die Schülerin äußert im Verlauf des Interviews viele fachlich richtige Aussagen. Dennoch begreift Leonie diese offenbar nur auf einer oberflächlichen Ebene, denn neue Anwendungssituationen oder andere Beispiele beschreibt die Schülerin wieder mit durchgängig teleologischen Schülervorstellungen. Aufgrund dieser Tatsache lässt sich abschließend feststellen, dass Leonie nun das Konzept des *litter trapping* kennt und versteht, das vermittelte Wissen bzgl. der Evolutionsthematik jedoch lediglich theoretisch wiedergeben und nur unzureichend auf neue Anwendungssituationen umlegen kann.

5.2.3 Geordnete Aussagen Elisabeth

Das Gespräch mit Elisabeth dauerte etwa 10 Minuten.

Persönliche Angaben

Interessen und Hobbys (209-215)

Ich bin die Elisabeth, bin 14 und spiele meiner Freizeit gerne Klavier, Fußball und Volleyball.

Schulische Interessen (212-213)

Mein Lieblingsfach ist eigentlich Englisch.

Bezug zur Natur (216-217)

Ich bin gerne in der Natur und gehe gerne raus.

Evolution und Anpassung

„*Litter-Trapper*“-Pflanzen (227-231, 232-236)

Eine neue Information war für mich, dass es Pflanzen gibt, die Blätter auffangen. Dass es solche Pflanzen überhaupt gibt, das war mir neu. Diese Pflanzen heißen „Litter-Trapper“-Pflanzen. Sie fangen Blätter von anderen Pflanzen auf und nehmen so Nährstoffe auf. Das ist wichtig für sie, weil im Boden nicht genug Nährstoffe sind und sie so besser überleben können.

Spezielle Anpassungen bei Pflanzen und Tieren (240-242, 243-249)

Also irgendwie passen sich ja alle Pflanzen an. Als ein Tier mit einer speziellen Anpassung fällt mir der Fuchs ein. Füchse sind angepasst an die Umgebung und an die Natur, damit sie sich mit ihrer Farbe tarnen können.

Entstehung von Merkmalen (246-249, 250-269)

Auf dem Bild sind vier Giraffen. Die erste ist am kleinsten und die wird immer größer. Und oben sind die Blätter, die sie fressen will. Die Giraffe wird also immer größer, damit sie weiter raufkommt zu den Blättern. Der längere Hals bei den heutigen Giraffen ist entstanden, weil sie nicht genügend Nahrung gehabt haben. Dann ist der Hals länger geworden, damit sie weiter hinaufkommen und dort auch noch Blätter essen können. Füchse sind angepasst an die Umgebung und an die Natur, damit sie sich mit ihrer Farbe tarnen können.

Begriff Anpassung (218-226, 270-274)

Aus den letzten drei Stunden habe ich mir besonders gut gemerkt, dass die Pflanzen überleben, die am besten an die Umgebung angepasst sind. Unter dem Begriff Anpassung verstehe ich, dass es [nicht näher definiert] praktisch und gut für das Überleben der Tiere in einer bestimmten Umgebung ist.

Stetige Veränderung / Weiterentwicklung (303-304)

[...] dass sich immer alles weiterentwickelt.

Biologieunterricht

Bewertung des Biologieunterrichts (275-279)

Biologie ist für mich ein ganz normales Fach. Ich mag es jetzt nicht so gerne, aber es ist auch nicht ganz schlecht.

Pflanzen im Biologieunterricht (280-281, 282-284)

Besonders spannend finde ich Themen rund um den Menschen und nicht so sehr Pflanzen. In den vier Jahren haben wir eher ein bisschen mehr zu Tieren und dem Menschen gemacht.

Persönlicher Arbeitsstil im Biologieunterricht (285-290)

Ich finde praktische Sachen, wie z.B. Basteln oder Experimente, helfen schon, weil es dann einfach abwechslungsreicher und nicht fad ist.

Evolutionenunterricht

Erinnerungen an den Evolutionsunterricht (292-299, 305-309, 310-317)

Ich habe nicht so viele Erinnerungen an die dritte Klasse, wo wir das Thema Evolution behandelt haben. Da haben wir nicht so viel dazu gemacht, nur eine Freiarbeit und einen Spruch: ‚*Survival of the fittest*‘. Einmal haben wir auch so ein Spiel gespielt mit Tieren, aber das weiß ich nicht mehr genau. Und ein Plakat mit Zeitstreifen gestaltet, wie sich alles entwickelt hat. Eigentlich war Evolution bei uns ein abgeschlossenes Thema. Es ist nur in der dritten Klasse vorgekommen und bei dem, was wir mit dir gemacht haben [bezieht sich auf die Intervention].

Vergleich Evolutionsunterricht mit Intervention (135-142)

In der Intervention wiederfinden konnte ich aus dem Evolutionsunterricht die Information, dass die am besten angepassten Pflanzen überleben und dass sich immer alles weiterentwickelt.

Bewertung der Intervention

Positive Anmerkungen (318-324, 326, 334-336)

Meine persönliche Meinung zur Studie ist, dass es mir gut gefallen hat. Ich finde, es war alles voll lieb überlegt. Mir ist es während den Stunden gut gegangen, es hat Spaß gemacht. Eigentlich hat es gepasst. Ich habe keine Verbesserungsvorschläge. Ich finde, wenn man es so macht, dann passt es wieder.

Bewertung der verwendeten Methoden (327-333,339)

Von den verschiedenen Methoden waren für mich die Videokonferenz, wo jemand erklärt, oder auch das Basteln, wo man etwas selber macht, am hilfreichsten zum

Lernen. Vor allem der Versuch mit den Pflanzen [Antwort auf die Frage, was für sie hilfreich war, um Evolution besser zu verstehen].

Persönlicher Outcome der Intervention (337-339)

Ich glaube schon, dass mir das Projekt geholfen hat, Evolution ein bisschen besser zu verstehen.

Besuch im Botanischen Garten der Universität Wien (340-345)

Ich glaube schon, dass echte „Litter-Trapper“-Pflanzen noch hilfreich für das Verständnis sein könnten. Vielleicht merkt man es sich dann noch besser, wenn man es in Echt gesehen hat. Aber ich finde, mit den Fotos geht es eigentlich auch ganz gut.

5.2.4 Einzelanalyse Elisabeth

Das Gespräch mit Elisabeth war kürzer als jenes mit Leonie, da Erstere nicht so offene und ausführliche Antworten gab und generell einen eher schüchternen und unsicheren Eindruck machte. Auch Elisabeth tätigte im Laufe des Interviews sowohl fachlich richtige, als auch lebensweltlich orientierte Aussagen, die in der Folge zusammengefasst und kommentiert werden sollen. Elisabeth ist ein sportliches Mädchen, welches Fußball und Volleyball im Verein spielt. Die Natur ist für Elisabeth ein angenehmer Ort, den sie gerne aufsucht, jedoch wiederum nicht hauptsächlich aufgrund von naturwissenschaftlichem Interesse, sondern eher zu Erholungszwecken. Elisabeth erwähnt Englisch als ihr Lieblingsfach. Das Fach Biologie beschreibt sie als „*normales Fach*“ (275-279), welches sie weder besonders gut, noch besonders schlecht findet. Diese Aussagen verdeutlichen das eher mäßige Interesse der Schülerin an den Naturwissenschaften. Auch Elisabeth waren die „Litter-Trapper“-Pflanzen im Vorfeld der Intervention kein Begriff. Nach der Intervention kann Elisabeth die Pflanzen und ihre besonderen Anpassungen gut und verständlich beschreiben. Sie erwähnt, dass die „Litter-Trapper“-Pflanzen „*Blätter von anderen Pflanzen auffangen und so Nährstoffe aufnehmen*“ (232-236). Außerdem beschreibt sie den Vorteil des besseren Überlebens von „Litter-Trapper“-Pflanzen im Gegensatz zu anderen Pflanzen, die nicht so effizient Blattlaubfall sammeln können. Sie bezieht diesen Vorteil auch explizit auf den Standort des tropischen Regenwaldes, in dessen „*Boden nicht genug Nährstoffe*

sind“ (232-236). Im Gegensatz zu Leonie erwähnt Elisabeth lediglich den Vorteil des besseren Überlebens der „Litter-Trapper“-Pflanzen, nicht aber deren verstärkte Vermehrung, welche für das fachlich richtige Verständnis von Evolution eine fundamentale Rolle spielt. Auch Elisabeth kann also den Mechanismus des *litter trapping* fachlich richtig beschreiben, das neu gewonnene Wissen jedoch nicht auf die Evolutionsthematik übertragen. Diese Tatsache wird im weiteren Verlauf des Interviews deutlich. Als es darum geht, die Entstehung des langen Halses der Giraffen zu erklären, greift auch Elisabeth wieder auf Erklärungsmuster zurück, die nicht der wissenschaftlichen Realität entsprechen. So sagt Elisabeth beispielsweise: „Die erste [Giraffe] ist am kleinsten und die wird immer größer“ (246-249). Diese Aussage enthält, wie auch schon Leonies Aussagen, lamarckistische Züge und verdeutlicht außerdem die Tatsache, dass Elisabeth Evolution als einen Prozess im Leben eines einzelnen Individuums ansieht und nicht als einen generationsübergreifenden Vorgang (siehe auch HAMMANN & ASSHOFF 2017, BAALMANN et al. 2004). Auch finalistische bzw. teleologische Ansätze, die die Erkenntnis einer Anpassungsnotwendigkeit und eine absichtsvolle Anpassung in den Vordergrund rücken, werden von Elisabeth in ihren Ausführungen verwendet. Ein Beispiel hierfür sind die Sätze „Die Giraffe wird also immer größer, damit sie weiter raufkommt zu den Blättern“ und „Dann ist der Hals länger geworden, damit sie weiter hinaufkommen und dort auch noch Blätter essen können“ (246-249). Obwohl in diesen Ausführungen nicht explizit eine absichtsvolle Anpassung erwähnt wird, so beschreiben sie doch anschaulich eine automatische körperliche Veränderung im Zuge der Anpassung an veränderte Umweltbedingungen. Außerdem wird hier wieder deutlich, dass Elisabeth sich vorstellt, die Entwicklung eines längeren Halses sei in einem einzelnen Individuum abgelaufen. KATTMANN (2016) beschreibt folgende Erkenntnisse: „Lernende glauben etwa, dass Giraffen [...] lange Häuse [bekamen], weil sie sie brauchten, um Nahrung in der Höhe zu erreichen“ (KATTMANN 2016, 235). Ganz ähnlich wird die Entstehung des langen Halses der Giraffe auch von Elisabeth und Leonie beschrieben. Erstere bezieht sich ebenfalls nicht explizit auf wichtige Begriffe wie Selektion, Mutation oder Variation, was darauf hindeutet, dass Elisabeth kein Verständnis von Arten als Populationen oder von innerartlichen Unterschieden aufweist. Auch die Vererbung wird in Elisabeths Ausführungen an keiner Stelle nicht erwähnt. Hier wird klar, dass die Vorstellungen der Schülerin auf keinen Fall

rein lamarckistisch sind, denn bei dieser Art von Vorstellungen spielt die Vererbung erworbener Eigenschaften eine wichtige Rolle⁸¹. Elisabeth erwähnt außerdem den Fuchs als ein speziell „*an die Umgebung und an die Natur*“ (243-249) angepasstes Tier. Auch dieses zoologische Beispiel wird wieder mit finalistischen Vorstellungen erklärt: „[...] *damit sie sich mit ihrer Farbe tarnen können*“ (23-249). Die Erklärung einer Anpassung mit dem Wort ‚damit‘ leitet oft eine finalistische Schülervorstellung ein und war bei den Ausführungen von Elisabeth und Leonie gleichermaßen häufig anzutreffen. Auf die Frage nach weiteren Pflanzen mit speziellen Anpassungen antwortet Elisabeth folgendermaßen: „*Also irgendwie passen sich ja alle Pflanzen an*“ (240-242). Damit gibt sie eine wissenschaftliche Tatsache wieder, die für ein korrektes Evolutionsverständnis fundamental ist. Erklärungsansätze dieser Art fanden sich ausschließlich bei Elisabeth und nicht bei den anderen beiden ProbandInnen. Elisabeth widerlegt damit eines der Ergebnisse der Studie von PALMER (1996), welcher herausfand, dass SchülerInnen Pflanzen oftmals als nicht lebendig betrachten und ihnen damit auch keine Anpassung zubilligen. Interessanterweise erklärt Elisabeth den Begriff Anpassung jedoch ausschließlich mit zoologischen Beispielen. So versteht sie unter Anpassung, dass etwas „*praktisch und gut für das Überleben der Tiere in einer bestimmten Umgebung ist*“ (270-274). Pflanzen werden in dieser Aussage nicht erwähnt. Wie zuvor schon Leonie erwähnt auch Elisabeth, dass alle Lebewesen einer ständigen Weiterentwicklung ausgesetzt sind. Damit argumentiert auch sie nicht gemäß einem typologischen Artbegriff und der Unveränderlichkeit der Arten. Elisabeths Aussagen über den Biologieunterricht stimmen mit Leonie überein. Auch sie beschreibt, dass in den vier Jahren ihrer Schulzeit in der NMS „*ein bisschen mehr zu Tieren und dem Menschen*“ (282-284) gearbeitet wurde. Auch Elisabeth erwähnt explizit, dass sie Themen rund um den Menschen spannender findet und „*nicht so sehr Pflanzen*“ (280-281). Damit ist auch sie ein Beispiel für die unter SchülerInnen teilweise vorherrschende *Plant Blindness*. Bzgl. ihres Arbeitsstils im Unterricht betont Elisabeth, dass sie praktische Arbeiten, wie beispielsweise Basteln oder Experimente, hilfreich findet und diese den Unterricht „*abwechslungsreicher*“ (282-284) machen. Damit unterscheidet sie sich doch deutlich von Leonie, welche praktischen Arbeiten eine geringere Bedeutung

⁸¹ Siehe auch Kapitel 2.5.2 (Vergleich teleologischer und lamarckistischer Schülervorstellungen).

beimisst und eher von guten Erklärungen profitiert. Elisabeth hat deutlich präzisere Erinnerungen an den Evolutionsunterricht als Leonie. Sie erzählt von einem Spiel, das gespielt wurde und einem Plakat mit „*Zeitstreifen, wie sich alles entwickelt hat*“ (305-309). Außerdem erwähnt sie eine zum Thema durchgeführte Freiarbeit, führt aber nicht näher aus, wie genau sich diese gestaltet hat. Elisabeth hat auch konkrete Erinnerungen an einen bestimmten Unterrichtsinhalt, nämlich den Spruch ‚*Survival of the fittest*‘. Hier finden wir wieder einen Hinweis für die Tatsache, dass SchülerInnen sich oft oberflächliches Wissen zum Thema Evolution aneignen und dieses auch auf Nachfrage wiedergeben können, dass ihnen die Anwendung dieses Wissens auf neuartige Beispiele jedoch oft schwerfällt. Auch Elisabeth beschreibt die Behandlung der Evolutionsthematik im Unterricht als abgeschlossenes Thema, welches „*nur in der dritten Klasse vorgekommen ist*“ (310-317), sowie bei den mit mir durchgenommenen Inhalten. Diese Aussage zeigt, dass Elisabeth durchaus in der Lage ist, das erworbene Wissen aus der dritten Klasse mit dem während der Intervention neu dazugewonnen Wissen gedanklich in Verbindung zu bringen. Elisabeth betont während des Interviews an zwei Stellen, dass die einprägsamste Information aus der Intervention für sie folgende war: „*[...] dass die Pflanzen überleben, die am besten an die Umgebung angepasst sind*“ (135-142, 218-226). Hier bezieht sie sich wieder ausschließlich auf das Überleben der an den Standort des tropischen Regenwaldes angepassten „Litter-Trapper“-Pflanzen, nicht jedoch auf deren Vermehrung und wie diese zur Anpassung an einen bestimmten Standort beiträgt. Auch Elisabeth hebt die Intervention positiv hervor und betont, dass es ihr während der Unterrichtseinheiten „*gut gegangen*“ (318-324) ist. Sie hebt das Basteln der Pflanzenmodelle, die Videokonferenz und die Experimentdurchführung explizit hervor und erklärt, dass diese Methoden für sie am hilfreichsten waren, um das Thema Evolution besser zu verstehen. Elisabeth hält einen Besuch im Botanischen Garten der Universität Wien und das Betrachten von echten „Litter-Trapper“-Pflanzen für sinnvoll, da man sich bestimmte Inhalte besser merken würde, wenn man die Pflanzen in Wirklichkeit vor sich habe. Diese Aussage passt auch zu Elisabeths Bemerkungen über praktische Arbeitsweisen im Biologieunterricht und verdeutlicht, dass das Lernen an authentischen Objekten für manche SchülerInnen gewinnbringend sein könnte. Wie in mehreren Studien gezeigt werden konnte, ist ein authentischer Kontakt mit der Natur oft von Vorteil, um das Interesse an ihr zu

wecken. Eventuell könnte ein Kontakt mit realen „Litter-Trapper“-Pflanzen auch das generelle Verhältnis von SchülerInnen zu Pflanzen verbessern und damit einen größeren Beitrag leisten, als die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführte Intervention, die aufgrund der aktuellen Situation rund um COVID-19 doch recht theoretisch geblieben ist. Auch Elisabeth zeigt in ihrem Interview, dass sie einige theoretische Aspekte rund um die Evolutionsthematik nennen und wiedergeben kann, es ihr jedoch schwerfällt, diese auf neue und vor allem auf zoologische Beispiele umzumünzen. An dieser Stelle sei noch einmal auf die Diskrepanz in der Verwendung von zoologischen und botanischen Beispielen für die Erklärung von Evolution verwiesen, welche in der Diskussion noch genauer behandelt wird.

5.2.5 Geordnete Aussagen Markus

Das Gespräch mit Markus dauerte etwa 10 Minuten.

Persönliche Angaben

Interessen und Hobbys (351-353)

Ich spiele Trompete in der Musikkapelle.

Schulische Interessen (355)

Mein Lieblingsfach ist Geschichte.

Bezug zur Natur (356-358)

Ich bin nicht so viel in der Natur.

Evolution und Anpassung

„Litter-Trapper“-Pflanzen (368-376)

Die „Litter-Trapper“ fangen Laub von den anderen Bäumen auf, damit sie Humus kriegen. Das ist gerade im Regenwald vorteilhaft, weil der Boden wenig Nährstoffe hat.

Ungewollte Weiterentwicklung (358-364, 474)

Ich habe mir aus den letzten drei Stunden gemerkt, dass sich die Pflanzen nicht verändern wie sie wollen, sondern dass das einfach passiert. Vorher habe ich nicht

gewusst, dass die das nicht von selber machen [bezieht sich auf Pflanzen und ihre Weiterentwicklung].

Zeitlicher Aspekt (387, 474)

[...] dass das extrem lange dauert [bezieht sich auf den Prozess der Anpassung]. Die Entstehung des längeren Halses hat lange gedauert.

Spezielle Anpassungen bei Pflanzen und Tieren (377-379, 380-381)

Ich kenne eigentlich keine anderen Pflanzen und Tiere, die spezielle Anpassungen haben.

Entstehung von Merkmalen (382-389)

Auf dem Bild sehe ich eine Giraffe. Sie hat einen längeren Hals gekriegt, damit sie an die höheren Blätter kommt. Die Entstehung des längeren Halses hat lange gedauert. Die anderen Tiere haben immer die unteren Blätter weggefressen und damit die Giraffen noch etwas erwischen, hat sich das so entwickelt. Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben.

Begriff Anpassung (389, 390-393)

Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben. Unter dem Begriff Anpassung verstehe ich, dass sich die Umstände vom Lebensraum bessern, sodass dann alles besser zusammenpasst.

Stetige Veränderung / Weiterentwicklung (421-426, 440-443)

[...] wie die Evolution von verschiedenen Lebewesen weitergegangen ist und dass sich die auch verändern. Aus dem Evolutionsunterricht konnte ich in der Intervention wiederfinden, dass sich die Sachen verändern.

Biologieunterricht

Bewertung des Biologieunterrichts (394-399)

Ich würde nicht sagen, dass Biologie eines meiner Lieblingsfächer ist, weil wir nicht so viel gemacht haben.

Pflanzen im Biologieunterricht (402-411)

Was mich nicht so interessiert, ist das Thema Meer und Pflanzen. Das ist eher nicht so meins. Wenn ich mich entscheiden müsste, würde ich eher Tiere und Mensch wählen und weniger Pflanzen.

Persönlicher Arbeitsstil im Biologieunterricht (412-416, 447, 449-450, 457-462)

Ich glaube schon, dass es hilft etwas Praktisches, wie z.B. Basteln oder Experimente durchführen, in Biologie zu machen, weil das vergesse ich jetzt nicht mehr [bezieht sich auf die Inhalte der Intervention]. Es ist etwas anderes, wenn man es selber probiert, wie es besser geht. Man merkt sich jetzt sicher vieles leichter, wie wenn man es nur liest. Von den Methoden während der Intervention hat mir das Video ganz am Anfang am besten gefallen, weil man da Sachen sieht und nebenbei auch gleich noch einmal hört, dann hat man gleich einen Zusammenhang.

Evolutionunterricht

Erinnerungen an den Evolutionunterricht (417-435, 436-439)

Aus dem Evolutionunterricht kann ich mich noch erinnern, dass wir auf einer Tafel eine Zeitleiste angesteckt haben, wie die Evolution von verschiedenen Lebewesen weitergegangen ist und dass sich die auch verändern. Wir haben auch etwas Praktisches gemacht, das mit Evolution zu tun gehabt hat. Wir haben ein Spiel gespielt, der eine war ein Huhn und der andere auch. Die spielen Schere-Stein-Papier und wer gewinnt, wird weiterentwickelt. Der andere muss eine Stufe zurückgehen. Das Thema Evolution war so ein bisschen überall nebenbei, aber hauptsächlich war es ein abgeschlossenes Thema in der dritten Klasse.

Vergleich Evolutionunterricht mit Intervention (440-443)

Aus dem Evolutionunterricht konnte ich in der Intervention wiederfinden, dass sich die Sachen verändern.

Bewertung der Intervention

Positive Anmerkungen (445)

Man hat bei der Intervention gleich gesehen, was der Unterschied ist [bezieht sich vermutlich auf die beiden angefertigten Pflanzenmodelle].

Kritische Anmerkungen (463-468)

Mein Verbesserungsvorschlag wäre, dass man die Blätter gleich alle gemeinsam fallen lässt und nicht einzeln. So wie wir es am Schluss gemacht haben.

Bewertung der verwendeten Methoden (453-462)

Von den Methoden während der Intervention hat mir das Video ganz am Anfang am besten gefallen, weil man da Sachen sieht und nebenbei auch gleich noch einmal hört, dann hat man gleich einen Zusammenhang. Man kennt sich dann einfach leichter aus.

Persönlicher Outcome der Intervention (415-416, 447)

[...] weil das vergesse ich jetzt nicht mehr. Man merkt sich jetzt sicher vieles leichter, wie wenn man es nur liest. Ich glaube, dass das Ganze hilfreich für mein Verständnis von Evolution war.

Besuch im Botanischen Garten der Universität Wien (475-484)

Ich glaube, echte „Litter-Trapper“-Pflanzen bringen etwas für das Verständnis, weil man sich dann besser vorstellen kann, wie das wirklich aussieht. Bis jetzt waren es ja nur 2D-Zeichnungen. Ich glaube, es wäre besser, wenn man die Pflanzen wirklich sieht.

5.2.6 Einzelanalyse Markus

Das Interview mit Markus dauerte rund 10 Minuten und war damit ebenfalls kürzer als das Gespräch mit Leonie. Markus wirkte zu Beginn etwas schüchtern und fast desinteressiert, dementsprechend knapp fielen auch seine Antworten aus. Gegen Ende des Gespräches wurden die Antworten jedoch ausführlicher. Die Aussagen selbst ähneln jenen der beiden zuvor interviewten Schülerinnen. Wie Leonie und Elisabeth zeigt auch Markus teilweise korrekte wissenschaftliche Vorstellungen, aber auch lebensweltliche Ansichten, die nicht der fachlichen Wirklichkeit entsprechen. Markus ist ein musikalischer Schüler, der in der lokalen Musikkapelle als Trompetenspieler tätig ist. Zur Natur hat er keinen so positiven Bezug wie die beiden Mädchen. Er gibt an, nicht so viel draußen zu sein. Auch das Fach Biologie begeistert Markus nach eigenen Angaben nur wenig, weil „*nicht so viel gemacht wurde*“ (394-399). Markus' Lieblingsfach in der Schule ist Geschichte. Das Konzept des *litter trapping* ist auch Markus nach der Intervention gut bekannt, er erläutert

es jedoch nicht so ausführlich wie die beiden Schülerinnen. Markus beschreibt, dass die „Litter-Trapper“ Laub von anderen Bäumen auffangen, *„damit sie Humus kriegen“* (368-376). An dieser Stelle lässt sich bereits die erste teleologische Formulierung finden, die wiederum darauf hindeutet, dass Markus zwar die „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihre Lebensweise kennt, deren spezielle Anpassungen jedoch nicht im Sinne der Evolutionsproblematik interpretieren kann. Interessant ist außerdem, dass Markus im Gegensatz zu den beiden Mädchen die Pflanzen nur als „Litter-Trapper“ und nicht als „Litter-Trapper“-Pflanzen bezeichnet, worin sich eine sprachliche Besonderheit manifestiert. Markus beschreibt außerdem den Standort des tropischen Regenwaldes und dessen Besonderheiten. Er erklärt, dass das Auffangen von Laub für die „Litter-Trapper“-Pflanzen gerade im Regenwald vorteilhaft ist, *„weil der Boden [dort] wenig Nährstoffe hat“* (368-376). Damit reproduziert Markus das während der Intervention neu erworbene Wissen auf fachlich korrekte Weise, kann dieses aber nicht für ein besseres Verständnis von Evolution nutzen. In der Folge beschreibt Markus, dass die ungewollte Weiterentwicklung von Pflanzen für ihn eine neue Information war: *„Ich habe mir aus den letzten drei Stunden gemerkt, dass sich die Pflanzen nicht verändern wie sie wollen, sondern dass das einfach passiert. Vorher habe ich nicht gewusst, dass die das nicht von selber machen“* (358-364, 474). Damit negiert er zwar die schon mehrmals erwähnte absichtsvolle Anpassung, seine Aussagen lassen aber dennoch auf ein teleologisches Verständnis von Evolution und das Vorhandensein einer bestimmten Anpassungsnotwendigkeit schließen. Die Anpassung der Pflanzen selbst erfolgt dann quasi automatisch. BAALMANN et al. (2004) schreiben hierzu: *„Die physische Anpassung erfolgt zwangsläufig, wenn sie für Lebewesen notwendig ist, um überleben zu können“* (BAALMANN et al. 2004, 13). Auf ebendieser Vorstellung scheinen sich auch die Aussagen von Markus zu gründen. Dies wird auch deutlich, wenn Markus die Entstehung des langen Halses bei Giraffen erklärt: *„Sie hat einen längeren Hals gekriegt, damit sie an die höheren Blätter kommt. Die anderen Tiere haben immer die unteren Blätter weggefressen und damit die Giraffen noch etwas erwischen hat sich das so entwickelt“* (382-389). Auch in diesen Ausführungen kommt die Anpassungsnotwendigkeit aufgrund veränderter Umweltbedingungen wieder ganz deutlich vor. Die Anpassung selbst scheint laut Markus ein automatischer Prozess zu sein, der einsetzt, sobald das Tier von dessen Notwendigkeit Notiz genommen hat. Auch Markus beschreibt die

Anpassung als einen Prozess im Leben eines einzelnen Individuums (vgl. auch HAMMANN & ASSHOFF 2017). Das Vorhandensein von verschiedenen Generationen oder einer Population wird nicht erwähnt. Damit zeigt auch Markus keinerlei Verständnis von Konzepten wie Variation, Selektion, Mutation und Vererbung. Markus erwähnt während des Interviews mehrmals, dass der Prozess der Anpassung „*extrem lange dauert*“ (387), so auch in Bezug auf die Entstehung des langen Giraffenhalses. Unklar ist, ob der Schüler diese langen Zeitperioden wirklich auf die Veränderung eines Einzelindividuums bezieht oder im Hintergrund doch den Vererbungsaspekt mitbedenkt. Die wörtlichen Ausführungen lassen jedoch eher nicht auf letztere Vermutung schließen. Markus kennt keine weiteren Pflanzen und Tiere mit speziellen Anpassungen. Den Begriff Anpassung selbst erklärt der Schüler folgendermaßen: „[...] *dass sich die Umstände vom Lebensraum bessern, sodass dann alles besser zusammenpasst*“ (390-393). Somit ist Markus der einzige Proband, der den Begriff Anpassung nicht auf Lebewesen, sondern auf die Veränderung ihres Lebensraumes bezieht. BAALMANN et al. (2004) zeigen in ihrer fachlichen Klärung, dass diese Annahme nicht gänzlich wissenschaftlich inkorrekt ist. Sie beschreiben, dass „*Lebewesen [...] in der Evolution nicht nur an ihre Umwelt angepasst worden [sind], sondern [...] diese vielfältig verändert [haben]*“ (BAALMANN et al. 2004, 18) und nennen diesen Vorgang der Umweltveränderung ‚Aneignung‘ durch Lebewesen. Selektion besteht demnach nicht nur aus der Wirkung von Umweltbedingungen auf einen Organismus, sondern immer auch aus den „*Wechselbeziehungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt*“ (BAALMANN et al. 2004, 18). Die Autoren schlagen vor, den Aspekt der biotischen Veränderung der Umwelt im Evolutionsunterricht zu thematisieren, um damit mit einer wissenschaftlich korrekten Vorstellung an die lebensweltlichen Vorstellungen der Lernenden anzuknüpfen (BAALMANN et al, 2004, 18). Eine Gemeinsamkeit aller drei Interviews ist die Tatsache, dass auch Markus explizit die stetige Veränderung des Lebens auf der Erde erwähnt: „*Aus dem Evolutionsunterricht konnte ich in der Intervention wiederfinden, dass sich die Sachen verändern*“ (440-443). Die Thematisierung einer stetigen Veränderung wird von Markus, wie zuvor auch schon von Leonie, als eine Gemeinsamkeit des Evolutionsunterrichtes in der Schule und der durchgeführten Intervention erwähnt. Die Ausführungen von Markus negieren explizit die Unveränderlichkeit der Arten. Der Satz „*Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben*“ (382-389), den Markus

in Bezug auf den langen Giraffenhals tätig, widerspricht jedoch dieser Annahme. Markus' Aussage zufolge verändern sich Lebewesen also nur so lange, bis sie optimal an die gerade vorherrschenden Umweltbedingungen angepasst sind. Damit argumentiert Markus gemäß der von KATTMANN (2016) erwähnten Schülervorstellung einer geradlinigen Abstammung mit zielgerichtetem Fortschritt. Markus fällt es schwer, Themen aufzuzählen, die ihn im Biologieunterricht interessieren. Er kommt erst der Aufforderung nach, von Themen zu berichten, die nicht zu seinen Interessen zählen. Markus erwähnt in diesem Zusammenhang die Thematiken Pflanzen und Meer, was wiederum darauf hindeutet, dass das Ziel der Intervention, Pflanzen für SchülerInnen attraktiver darzustellen, nicht vollends erfüllt werden konnte. Auch Markus betont explizit, dass er im Biologieunterricht lieber zu Tieren und dem Menschen arbeitet. Seinen Arbeitsstil beschreibt Markus als sehr praktisch orientiert. Er meint, dass es hilfreich sei, zu basteln oder Experimente durchzuführen und dass der praktische Aspekt der Intervention ihm helfen würde, sich an deren Inhalte zu erinnern. Markus sagt: *„Es ist etwas anderes, wenn man es selber probiert, wie es besser geht. Man merkt sich jetzt sicher vieles leichter, wie wenn man es nur liest“* (447, 449-450). Damit unterscheidet sich Markus' Arbeitsstil deutlich von jenem von Leonie, welche explizit den Nutzen von theoretischen Erklärungen für ihr Verständnis von bestimmten Inhalten betont hatte. Von den Methoden der Intervention erwähnt Markus jedoch lediglich das Video lobend, welches den SchülerInnen bereits in der ersten Unterrichtseinheit gezeigt wurde und diese über die wichtigsten theoretischen Inhalte der Intervention aufklärte. Markus erwähnt das Video als hilfreich, *„weil man da Sachen sieht und nebenbei auch gleich noch einmal hört, dann hat man gleich einen Zusammenhang“* (457-462). Damit sei auch der Vorteil audiovisueller Medien für das Ansprechen individueller Lerntypen noch einmal in den Vordergrund gestellt. An den Evolutionsunterricht hat Markus relativ präzise Erinnerungen. So erwähnt er eine Zeitleiste, die an die Tafel gesteckt wurde und die stetige Veränderung von Lebewesen dargestellt hat, die für den Schüler so einprägsam war. Er erzählt auch von dem schon mehrfach erwähnten Spiel, welches offensichtlich bei vielen SchülerInnen der Klasse einen bleibenden Eindruck hinterlassen hat. Markus ist der einzige Proband, der erzählt, dass das Thema Evolution im Biologieunterricht *„so ein bisschen überall nebenbei“* (436-439) war. Dennoch beschreibt auch Markus den Evolutionsunterricht als ein eher

„*abgeschlossenes Thema*“ (436-439) in der dritten Klasse. Markus sieht die Intervention ebenfalls als gelungen an, bewertet diese jedoch nicht so euphorisch wie die beiden Mädchen. Als Verbesserungsvorschlag führt der Schüler an, dass während der Experimentdurchführung gleich alle Blätter zur selben Zeit und nicht einzeln fallen gelassen werden sollten. Diese Kritik ist nachvollziehbar, da erstere Methode auch viel eher der naturwissenschaftlichen Realität entspricht. Markus erwähnt als einziger die enormen Vorteile, die eine Durchführung der Intervention im Botanischen Garten der Universität Wien mit sich bringt. Er sagt: *„Bis jetzt waren es ja nur 2D-Zeichnungen. Ich glaube, es wäre besser, wenn man die Pflanzen wirklich sieht“* (475-484). Markus meint, dass *„das Ganze hilfreich für sein Verständnis von Evolution war“* (447). Dennoch bleibt dieses Verständnis auch bei Markus eher an der Oberfläche. Wenn es darum geht, dieses oberflächliche Wissen auf neue Situationen und Beispiele anzuwenden, fällt der Schüler wieder in lebensweltliche, teleologische Erklärungsmuster zurück. Inwieweit dies auf die Verwendung zoologischer und botanischer Beispiele zurückzuführen ist, soll im Rahmen der Diskussion noch angesprochen werden.

5.2.7 Generalisierende Analyse

In einem letzten Schritt sollen nun die drei Interviews miteinander verglichen und etwaige Gemeinsamkeiten und Unterschiede herausgearbeitet werden. Die drei Gespräche enthalten auf den ersten Blick recht ähnliche Aussagen und Vorstellungen, bei genauerer Betrachtung fallen jedoch auch einige Unterschiede auf. Eine der deutlichsten Gemeinsamkeiten aller SchülerInnen ist der Rückgriff auf teleologische Erklärungsansätze bei der Beschreibung diverser evolutionärer Prozesse. Besonders deutlich wird dieses Phänomen, wenn man die Beschreibung der Entstehung des langen Halses bei Giraffen untersucht. Hierbei handelt es sich um ein zoologisches Beispiel. Laut BRENNECKE (2014) rufen bekannte, zoologische Beispiele oft eher Fehlvorstellungen hervor, als unbekannte, botanische Beispiele. Diese Tatsache beruht vermutlich unter anderem darauf, dass Pflanzen von SchülerInnen oftmals als nicht lebendig angesehen werden (siehe u.a. PALMER 1996) und ihnen deshalb auch nicht so häufig die Fähigkeit zu einer zielgerichteten und intentionalen Anpassung zugestanden wird. Allerdings verwendet Markus auch beim Beispiel der „Litter-

Trapper“-Pflanzen eine teleologische Formulierung, weshalb die Auswahl bestimmter Beispiele wohl nicht vollständig ausreicht, um den Lernenden ein wissenschaftliches korrektes Verständnis von Evolution zu vermitteln. Alle befragten SchülerInnen betonen explizit, dass ihnen die Intervention dabei geholfen hat, die Evolutionsthematik besser zu verstehen. Wie schon erwähnt, bleibt dieses Verständnis aber bei allen ProbandInnen an der Oberfläche. Die Anwendung des neuen, theoretischen Wissens auf alternative Beispiele fällt Leonie, Elisabeth und Markus gleichermaßen schwer, was sich in den soeben beschriebenen teleologischen Äußerungen manifestiert. Leonie und Markus erwähnen explizit die ungewollte Weiterentwicklung von Pflanzen, die ihnen vorher vollkommen unbekannt war. Obwohl sie also theoretisch wissen, dass der Anpassungsprozess nicht intentional und zielgerichtet stattfindet, spiegeln ihre zu anderen Beispielen formulierten Äußerungen dieses Wissen nicht wider. So wird die Entstehung des langen Halses bei Giraffen von allen SchülerInnen mit einer Anpassungsnotwendigkeit aufgrund veränderter Umweltbedingungen erklärt. Die Anpassung selbst erfolgt dann gemäß den Erklärungen der SchülerInnen intentional und zielgerichtet. Das Konzept des *litter trapping*, sowie die Besonderheiten des Standortes des tropischen Regenwaldes können von allen SchülerInnen problemlos wiedergegeben werden. Diese Tatsache spricht dafür, dass es sich bei den „Litter-Trapper“-Pflanzen um ein sehr einprägsames Beispiel handelt, das den Lernenden auch Wochen später noch gut in Erinnerung geblieben ist. Die Beschreibung der „Litter-Trapper“-Pflanzen ist bei allen Interviews zum größten Teil wissenschaftlich korrekt und gibt die wichtigsten biologischen Aspekte wieder. Die Aussagen der drei ProbandInnen unterscheiden sich jedoch in ihrer Komplexität. Während Leonie explizit den Vorteil des Sammelns von Blattlaubfall für das Überleben und die Vermehrung einer Pflanze betont, so bezieht sich Elisabeth in ihren Ausführungen nur auf den Aspekt des Überlebens. Die potentiell höhere Vermehrungsrate wird außen vor gelassen. Markus erwähnt lediglich, dass das Sammeln von Laub im Regenwald vorteilhaft ist, da der Boden dort relativ wenige Nährstoffe enthält. Damit wählt er eine eher kausale Erklärung, beschreibt aber nicht näher, worauf der erwähnte Vorteil beruht bzw. wie dieser sich äußert. Leonie ist somit die einzige Schülerin, die besagten Vorteil für die Pflanze näher beschreibt. Dennoch kann sie dieses Wissen nicht auf die Evolutionsthematik umlegen. So erwähnt sie zwar die Bedeutung des Sammelns von Blattlaubfall für

die Vermehrungsrate einer Pflanze, erklärt jedoch nicht, wie sich diese auf die Anpassung an den jeweiligen Standort auswirkt. Generell scheint keiner der ProbandInnen ein Verständnis für die grundlegenden Prozesse von Mutation, Variation, Selektion und Vererbung aufzuweisen. Das Vorhandensein von Populationen wird nicht erwähnt und Evolution wird von allen Lernenden als ein Prozess beschrieben, der sich im Laufe des Lebens eines einzelnen Individuums zu vollziehen scheint. Dies deutet darauf hin, dass Merkmalsveränderungen nur an einzelnen Individuen auftreten und diese von den Lernenden als Stellvertreter für eine gesamte Art bzw. Population angesehen werden, die sich an vorherrschende Umweltbedingungen anpasst (vgl. auch BAALMANN et al. 2004). Der generationsübergreifende Aspekt von Evolution, der im Rahmen der Intervention durch die Anfertigung eines zweiten Pflanzenmodelles verdeutlicht werden sollte, wird von den SchülerInnen nicht näher beschrieben. Leonie und Markus erwähnen explizit die langen Zeiträume, in welchen sich Evolution vollzieht. Obwohl diese Annahme durchaus wissenschaftlich korrekt ist, beziehen die Lernenden diese langen Zeitperioden wohl auf das Leben eines einzelnen Individuums und nicht auf die generationsübergreifende Weitervererbung von Merkmalen und die damit verbundene Anpassung. Grundlegende Unterschiede zwischen den drei ProbandInnen zeigen sich auch in der Beantwortung der Frage nach weiteren Tieren bzw. Pflanzen mit speziellen Anpassungen. Während Leonie sofort fleischfressende Pflanzen und Enten erwähnt, fallen Markus keine derartigen Organismen ein. Elisabeth erwähnt Füchse als ein zoologisches Beispiel und erklärt deren Anpassung an die Umgebung und die daraus resultierende farbliche Tarnung wiederum finalistisch. In Bezug auf die Anpassung von Pflanzen erwähnt Elisabeth, dass sich „*alle Pflanzen irgendwie anpassen*“ (240-242). Damit scheint Elisabeth als einzige Probandin ein vertieftes Verständnis von Anpassungen aufzuweisen, welches den anderen beiden Lernenden offenbar fehlt. Der Begriff ‚Anpassung‘ selbst wird von den drei Lernenden in unterschiedlicher Komplexität beschrieben. Leonie bezieht sich in ihren Ausführungen über Angepasstheit wieder auf die damit verbundene bessere Vermehrung und auf das bessere Überleben von Lebewesen. Sie erklärt jedoch wiederum nicht, wie diese bessere Vermehrung die Angepasstheit einer Population an spezifische Umweltbedingungen beeinflusst. Elisabeth beschreibt den Aspekt der Angepasstheit mit den positiv besetzten Adjektiven ‚gut‘ und

„praktisch“ und bezieht in ihre Ausführungen auch explizit die Bedeutung der Umweltbedingungen mit ein. Auch Markus bezieht sich in seiner Erklärung auf die Wichtigkeit der Umgebung und räumt dieser sogar den höchsten Stellenwert im Rahmen des Prozesses der Anpassung ein. Laut Markus sind es nicht die Lebewesen selbst, welche an die Umwelt angepasst werden, sondern es ist die Umwelt selbst, die sich verändert und so „*besser [mit den Lebewesen] zusammenpasst*“ (390-393). Damit scheint Markus über typische, lebensweltliche Vorstellungsmuster zu verfügen, welche im Rahmen einer fachlichen Klärung der Thematik gewinnbringend mit wissenschaftlich korrekten Informationen verbunden und so den Lernenden nähergebracht werden können (siehe auch BAALMANN et al. 2004). Anthropomorphe Aussagen sind vor allem bei Leonie stark vertreten, vor allem, wenn sie den „*besseren Lebensstil*“ (90-95) von gut angepassten Tieren und Pflanzen beschreibt. Eine auffallende Gemeinsamkeit aller drei Interviews ist die eindeutige Ablehnung eines typologischen Artbegriffs, sowie der Unveränderlichkeit der Arten. Dies wird deutlich, wenn alle ProbandInnen explizit, aber auf unterschiedliche Art und Weise die stetige Veränderung des Lebens auf der Erde betonen. Diese Veränderung ist es auch, welche vor allem Leonie und Markus als verbindendes Element ihres bisherigen Evolutionsunterrichtes mit der durchgeführten Intervention ansehen. Für Markus hat die erwähnte Veränderung der Lebewesen allerdings ein Ende und zwar dann, wenn eine optimale Anpassung an spezifische Umweltbedingungen erfolgt ist. Die Aussage „*Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben*“ (382-389) untermauert diese Vorstellung. Damit weist Markus auch die Vorstellungen einer geradlinigen Abstammung auf und versteht Evolution als einen Prozess mit zielgerichtetem Fortschritt (vgl. auch KATTMANN 2016). Alle drei SchülerInnen bezeichnen Biologie und Umweltkunde nicht als ihr Lieblingsfach, Markus betont dies sogar explizit und begründet diese Aussage mit den Worten „*weil wir nicht so viel gemacht haben*“ (394-399). Die von mehreren Autoren (u.a. WANDERSEE & SCHUSSLER 1999) erwähnte *Plant Blindness* spiegelt sich in allen drei Interviews wider. Die SchülerInnen betonen ausnahmslos, dass sie das Thema Pflanzen im Biologieunterricht weniger spannend finden, als Unterrichtsinhalte zu Tieren und zum menschlichen Körper. Auch die durchgeführte Intervention konnte daran augenscheinlich nichts ändern. Dies liegt möglicherweise daran, dass den Lernenden ein authentischer Kontakt mit realen „Litter-Trapper“-Pflanzen im

Botanischen Garten der Universität Wien aufgrund der aktuellen Situation rund um COVID-19 verwehrt geblieben ist und sie sich mit Fotoaufnahmen begnügen mussten. Speziell Markus erwähnt die Tatsache, dass es sich bei diesen Aufnahmen nur um „2D-Zeichnungen“ (475-484) handelt und es für ihn hilfreich gewesen wäre, die Pflanzen wirklich zu sehen. Möglicherweise könnte so ein authentischer Kontakt mit realen Lebewesen auch die Motivation der Lernenden und deren Interesse für botanische Themenbereiche steigern. Die beiden Mädchen bewerten die Situation weniger kritisch. Sie erwähnen, dass auch die Fotos hilfreich waren, um sich die „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihre Lebensweise vorzustellen. Trotzdem blieb die Intervention mit Ausnahme des Bastelns eigener Modelle aber auf einer eher theoretischen Ebene, welche die Arbeit mit authentischen Lebewesen nicht miteinschloss. Auch der bevorzugte Arbeitsstil der drei ProbandInnen im Biologieunterricht unterscheidet sich deutlich. Leonie scheint eine Lernerin zu sein, der es oft genügt, Inhalte theoretisch erklärt zu bekommen, um diese ausreichend zu verstehen. Elisabeth und Markus erwähnen explizit die Vorteile von praktischen Unterrichtsmethoden für das Verständnis spezifischer Inhalte. So erwähnt Elisabeth beispielsweise, dass Basteln oder Experimente den Unterricht „abwechslungsreicher“ (282-284) gestalten. Markus bezieht sich auch auf die Vorteile praktischer Arbeiten für das erinnern an bestimmte Unterrichtsinhalte. Er sagt: „*Man merkt sich jetzt sicher vieles leichter, wie wenn man es nur liest*“ (449-450). Die unterschiedlichen Arbeitsstile der SchülerInnen spiegeln sich auch in deren Bewertung der Intervention wider. Leonie hält einerseits das Basteln eigener Pflanzenmodelle und andererseits die Videokonferenz mit theoretischen Erklärungen für die gewinnbringendsten Methoden. Elisabeth erwähnt zusätzlich die Durchführung des Versuches und der Testung der eigenen Modelle als positiv. Markus betont die Nützlichkeit des Lernvideos, welches visuelle und auditive Lerntypen gleichermaßen anspricht. An den Evolutionsunterricht haben die drei ProbandInnen unterschiedlich konkrete Erinnerungen. Leonie erinnert sich daran, dass viele Inhalte „*einfach im Buch bearbeitet wurden*“ (118-134), was darauf schließen lässt, dass der Evolutionsunterricht eher theoretischer Natur war. Alle Lernenden erinnern sich an Spiel, welches die Weiterentwicklung von Lebewesen veranschaulichen sollte. Elisabeth und Markus erwähnen außerdem eine Zeitleiste, anhand derer die Veränderung des Lebens auf der Erde dargestellt werden sollte. Konkretere

Erinnerungen an den Evolutionsunterricht sind bei den Lernenden allerdings nicht vorhanden. Diese Tatsache spricht für die schon oftmals erwähnten Herausforderungen bzgl. des gewinnbringenden Unterrichtens von Evolutionsthemen. Alle drei SchülerInnen betonen, dass Evolution ein eher abgeschlossenes Thema war und nicht an verschiedenen Stellen des Biologieunterrichts in Form von Beispielen und Erklärungen auftauchte. Diese Tatsache steht entgegen der Auffassung, dass Evolution im Biologieunterricht „in verschiedenen Altersstufen im Sinne eines Spiralcurriculums“ (DREESMANN et al. 2011, 9) immer wieder aufgegriffen und mitgedacht werden sollte. Die Intervention wird von allen drei ProbandInnen als insgesamt sehr positiv erwähnt. Die SchülerInnen vermitteln den Eindruck, als wären die verwendeten Methoden für sie sehr abwechslungsreich und spannend gewesen. Die Lernenden sind überzeugt davon, dass die Inhalte der Intervention ihr Evolutionsverständnis verbessern konnten. Dies stimmt allerdings lediglich in einer theoretischen Hinsicht. Alle drei ProbandInnen haben gemeinsam, dass sie die Inhalte der Intervention zwar auf eine fachlich richtige Art und Weise wiedergeben, diese aber nicht auf neuartige Situationen und andere Beispiele übertragen können. Ein eindrucksvolles Beispiel hierfür ist die Tatsache, dass zwei Lernende explizit die ungewollte Weiterentwicklung von Pflanzen erwähnen, für die Beschreibung eines zoologischen Beispiels jedoch auf finalistische Erklärungsansätze zurückgreifen.

6. Diskussion

In diesem abschließenden Kapitel sollen nun die zentralen Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen verglichen und so zur Diskussion gestellt werden. Hauptsächlich handelt es sich bei den zur Diskussion gestellten Ergebnissen um allgemeine Vorstellungen der SchülerInnen bzgl. Evolution, Anpassung und grundlegenden botanischen Themen. Aussagen rund um die „Litter-Trapper“-Pflanzen können nicht mit anderen Studien verglichen werden, da es sich hierbei um ein noch wenig erforschtes Thema handelt, welches sogar in fachlicher Hinsicht nur von zwei Arbeitsgruppen (WEISSENHOFER et al. 2008 und ZONA & CHRISTENHUSZ 2015) bearbeitet wurde. Fachdidaktische Arbeiten und Untersuchungen zu dieser Pflanzengruppe existieren bisher noch nicht.

BRENNECKE (2014) fand heraus, dass SchülerInnen der Jahrgangsstufe 7 selten über „*konsistente Vorstellungen zur evolutionären Anpassung*“ (BRENNECKE 2014, 44) verfügen. Dieses Ergebnis konnte durch die vorliegende Arbeit unterstrichen werden. Wie schon bei BRENNECKE (2014) verbanden auch die im Rahmen dieser Studie befragten SchülerInnen den Begriff ‚Anpassung‘ zum größten Teil mit einem aktiven und zielgerichteten Prozess. Dies wird deutlich, wenn man die Schüleraussagen aus dem *Online*-Fragebogen sowie die während der Interviews gegebenen Antworten betrachtet. Während BRENNECKE (2014) in ihrer Arbeit bei SchülerInnen der 3. Klasse sowohl aktive und passive Formulierungen bzgl. des Anpassungsprozesses nachweisen konnte, überwogen in dieser Arbeit die aktiven Formulierungen. Auch diese Tatsache deutet darauf hin, dass die befragten ProbandInnen Anpassungen als einen Prozess verstehen, welcher aktiv durch ein Subjekt vollzogen wird. Dabei werden laut BRENNECKE (2014) als diese Subjekte deutlich häufiger Menschen und Tiere als Pflanzen genannt. Diese Situation gestaltete sich im Prätest der vorliegenden Studie ähnlich. Im Rahmen des Posttests konnte jedoch gezeigt werden, dass die Verwendung eines botanischen Beispiels zur Erklärung von evolutionären Prozessen die Wahrnehmung von Pflanzen als Subjekten im Anpassungsprozess steigern konnte. BRENNECKE (2014) unterteilt die Definitionen des Terminus ‚Anpassung‘ in drei Kategorien (BRENNECKE 2014, 45):

- Subjekt der Anpassung (Wer passt sich an?)
- Ziel der Anpassung (Woran wird sich angepasst?)
- Grund für Anpassung (Warum passt sich jemand an?)

Sie schreibt, dass bereits die ersten beiden Kategorien per se eine aktive, zielgerichtete Anpassung implizieren. Auch in der vorliegenden Studie wurden vermehrt Schülerantworten gegeben, die das Subjekt bzw. das Ziel der Anpassung in den Vordergrund rücken. Die Subjekte der Anpassung wurden im Prätest meist nicht näher benannt („*etwas*“ oder „*jemand*“). Im Posttest wurden vermehrt Pflanzen als Akteure der Anpassung genannt. BRENNECKE (2014) schreibt, dass sich laut den von ihr befragten SchülerInnen Tiere eher an ihre Lebensbedingungen anpassen, Menschen an ihr soziales Umfeld. Im Prätest dieser Arbeit wurden als Ziel der Anpassung fast ausschließlich „*Lebensbedingungen*“, „*Lebensraum*“, „*Territorium*“, „*Umwelt*“ oder ähnliche Begriffe genannt, was darauf hindeutet, dass die SchülerInnen hier hauptsächlich Tiere als Subjekte des Anpassungsprozesses annahmen. PALMER (1996) begründet dieses Hervorheben von Tieren als Subjekte der Anpassung mit der Tatsache, dass Lernende Pflanzen oftmals deswegen keine Anpassungen zubilligen, weil sie sie nicht als lebendig wahrnehmen. In der Studie von PALMER (1996) wurden Organismen wie beispielsweise Gras, Grippeviren, Bakterien, Schnecken, Regenwürmer oder Dinosaurier von den befragten Lernenden als nicht lebendig und damit als nicht zur Anpassung fähig identifiziert. Nicht ausgestorbenen Vertebraten wurden am ehesten Anpassungen zugesprochen (PALMER 1996, 414). Dies liegt vermutlich daran, dass Tiere uns in ihren Lebenszyklen ähnlicher sind als Pflanzen und damit für Kinder und Jugendliche oft interessanter erscheinen. An Tieren können Kinder Verhaltensweisen beobachten, die sie von sich selbst kennen (WANDERSEE & SCHUSSLER 1999, 86). Damit werden Tiere also eher als zur Anpassung fähige Organismen anerkannt. Das Begriffsverständnis von Anpassung, welches die im Rahmen dieser Studie befragten SchülerInnen zeigen, scheint eher lebensweltlicher als evolutionsbiologischer Natur zu sein. Dies zeigt sich in der Tatsache, dass besagte SchülerInnen den Begriff der Anpassung nicht auf weitervererbte Unterschiede einzelner Individuen einer Population bezogen, sondern auf Veränderungen im Leben eines einzelnen Organismus, der sich an bestimmte Situationen anpasst,

um zu überleben (siehe auch PALMER 1996, 415). Auch die unterschiedliche Verwendung der Begriffe ‚angepasst‘ und ‚passend‘, welche schon BAALMANN et al. (2004) in ihrer Studie bei SchülerInnen nachweisen konnten, scheint eher einen alltagsrelevanten Hintergrund zu haben und sich nicht eindeutig auf Evolutionsthemen zu beziehen. So erleben SchülerInnen, dass manche Dinge durch Zufall zueinander passen und andere durch vorangehende handwerkliche Bemühungen, deren fachlich korrektes Pendant die natürliche Selektion wäre, an andere angepasst werden können. An dieser Stelle zeigt sich auch eine mögliche Quelle der Schülervorstellungen einer zielgerichteten Anpassung: In ihrem Alltag erfahren Kinder Anpassung als „*intentionale Handlung, [...] mit der ein Gegenstand zweckorientiert zugerichtet, das heißt, an eine Situation oder Bedingung angepasst wird*“ (BAALMANN et al. 2004, 15). Auch CYPIONKA (2012) erwähnt, dass die eigene lebensweltliche Erfahrung eines absichtsvollen Handelns zu der Vorstellung der Entwicklung von bestimmten Merkmalen mittels eines aktiven, zielgerichteten Prozesses führt. Der Begriff ‚Anpassung‘ wurde von den an der vorliegenden Studie teilnehmenden SchülerInnen mit diversen Synonymen umschrieben, die häufigsten waren „*Angleichung*“, „*Gewöhnung*“ und „*Entwicklung*“. Ähnliche Befunde konnte auch BRENNECKE (2014) in ihrer Arbeit verzeichnen. Auch der Begriff ‚Evolution‘ wurde von der überwiegenden Mehrheit der Lernenden mit dem Terminus ‚Entwicklung‘ umschrieben. FENNER (2013), die ebenfalls eine Interventionsstudie mit Prä- und Posttest und begleitenden Interviews durchführte, schreibt, dass SchülerInnen Evolution meist mit dem „*Schlüsselbegriff*“ (FENNER 2013, 159) der Entwicklung von Arten verbinden. Der verwendete Begriff der Entwicklung wird von den Lernenden allerdings oft ontogenetisch und nicht phylogenetisch interpretiert (CYPIONKA 2012). Diese Tatsache untermauert das Ergebnis, dass SchülerInnen im Rahmen dieser Studie Evolution zumeist als einen Prozess bzw. eine Veränderung im Leben eines Individuums verstehen. Die SchülerInnen gaben häufig finalistische bzw. teleologische Begründungen für einen Anpassungsprozess an. Diese Begründungen bezogen sich sowohl auf die Anpassung von Tieren und Menschen, als auch von Pflanzen („*[...] sie wollen alle so viele Blätter haben, dass sie viele Nährstoffe haben*“ oder „*Damit die Giraffen wieder etwas essen können*“

und mehr Futter kriegen, sind sie auch höher geworden“⁸²). Diese Befunde entsprechen den Ergebnissen zahlreicher weiterer Studien, welche Schülervorstellungen zur Evolution erforscht haben. So beschreiben BRENNECKE (2014), BAALMANN et al. (2004) und CYPIONKA (2012), dass sich verändernde Umweltbedingungen (wie beispielsweise höher gewordene Pflanzen) und eine damit verbundene Anpassungsnotwendigkeit als die beiden Hauptgründe für Anpassung genannt wurden (BRENNECKE 2014, 46ff.). Auch der aus einer Anpassung resultierende Vorteil wurde als Grund für einen Anpassungsprozess erwähnt (BRENNECKE 2014, 59 und FENNER 2013, 168). Ebendieses Erklärungsmuster wendeten auch die von mir befragten SchülerInnen und Schüler an, wenn sie erklärten, dass „Litter-Trapper“-Pflanzen größere Blätter bekommen haben, um damit mehr Laub auffangen und somit besser überleben zu können. Auch FENNER (2013) beschreibt, dass Lebewesen sich anpassen mussten, um überleben zu können. Interessanterweise konnte FENNER (2013) zeigen, dass die von ihr beforschten SchülerInnen nach der Intervention dem Vorhandensein eines Überlebenszwanges als Ursache für Anpassungen signifikant weniger zustimmten als noch im Prätest (FENNER 2013, 117ff.). In der von mir durchgeführten Studie zeigten die Lernenden auch nach der Intervention noch zum Teil deutlich teleologische Aussagen in ihren Antworten. Das von BAALMANN et al. (2004) beschriebene absichtsvolle und zielgerichtete Handeln von sich anpassenden Individuen⁸³ stellte sowohl in meiner, als auch in BRENNECKES (2014) Studie die häufigste Erklärung für Anpassungsprozesse dar. Häufig wurde diese Begründung mit dem Begriff ‚damit‘ eingeleitet, welcher per se schon auf einen intentionalen Anpassungsprozess hindeutet. Viele SchülerInnen in meiner, wie auch in BRENNECKES (2014) Studie erwähnten gewisse Merkmalsausprägungen explizit in einem kausalen Zusammenhang mit einer bestimmten Funktion, welche ausschlaggebend für die Entstehung des besagten Merkmals war. BAALMANN et al. (2004) beschreiben Anpassung als einen Prozess, in dessen Rahmen sich der Körper eines Organismus als Akteur aufgrund der Notwendigkeit, eine gewisse Tätigkeit auszuführen, verändert. Der Körper reagiert hierbei automatisch⁸⁴,

⁸² Diese Aussagen wurden aus den ausgefüllten Online-Fragebögen der SchülerInnen übernommen.

⁸³ BAALMANN et al. (2004) nennen diese Denkfigur von SchülerInnen *Gezieltes adaptives Handeln von Individuen*.

⁸⁴ Diese Denkfigur wird von BAALMANN et al. (2004) als *Adaptive körperliche Umstellung* bezeichnet.

sinnvoll und zweckgerichtet im Sinne der angestrebten Funktion (BAALMANN et al. 2004, 11ff., 17). An dieser Stelle erwähnen auch die von BAALMANN et al. (2004) befragten SchülerInnen den langen Giraffenhals als Beispiel, welcher sich durch die Notwendigkeit entwickelte, bestimmte Blätter zu fressen, die nur in der Höhe zu finden waren. Ähnliche Aussagen wurden auch von den im Rahmen der vorliegenden Arbeit befragten Lernenden bzgl. desselben Beispiels getätigt. JOHANNSEN und KRÜGER (2005) befragten in ihrer Studie ältere SchülerInnen. Auch sie konnten in einer beachtlichen Häufigkeit finalistische Schülervorstellungen bzgl. des Anpassungsprozesses nachweisen. Die von JOHANNSEN und KRÜGER (2005) befragten SchülerInnen erklärten ebenfalls die Funktion einer Eigenschaft als Ursache derselben und gaben an, dass Merkmale entstehen würden, um eine bestimmte Funktion zu erfüllen. Die Anpassung wird hierbei von den Lebewesen selbst gesteuert, ist auf ein Ziel ausgerichtet und soll einen bestimmten Zweck erfüllen. Die Lernenden untermauerten ihre Aussagen mit Beispielen aus dem Tier- und Pflanzenreich. So erwähnten sie beispielsweise, dass fleischfressende Pflanzen Tiere fangen mussten, weil sie sonst keine Nährstoffe bekommen würden (vgl. JOHANNSEN & KRÜGER 2005). Hier ist eine deutliche Parallele zu jenen Aussagen zu erkennen, die die im Rahmen der vorliegenden Studie befragten Lernenden bzgl. der Anpassungen von „Litter-Trapper“-Pflanzen tätigten. BAALMANN et al. (2004) fügen der zielgerichteten und aktiven Anpassung von Individuen noch die Vorstellung einer Erkenntnis über die eigene Situation hinzu, zu welcher laut Schülervorstellungen sowohl Tiere, als auch Pflanzen und Bakterien in der Lage sind. Demnach merken Lebewesen, wann es besser wäre, die eigene Merkmalsausstattung gemäß der vorherrschenden Umweltbedingungen zu verändern. Die Anpassung selbst erfolgt dann aktiv und intentional. Auch KATTMANN (2016) beschreibt die aktive Verbesserung der eigenen Merkmalsausstattung durch Einsicht. Im Posttest der vorliegenden Studie wurde diese bewusste Einsicht von den SchülerInnen jedoch sowohl im Fragebogen, als auch in den Interviews explizit abgelehnt. Ein Schüler/eine Schülerin schreibt: „*[Evolution] passiert zufällig, also die Pflanzen und Tiere merken nichts davon*“. Auch BAALMANN et al. (2004) schreiben, dass manche SchülerInnen die direkte Wirkung der adaptiven Erkenntnis verneinen und dass nicht in jedem Fall ein absichtsvolles Handeln unterstellt wird. Die weiteren Schülerantworten des Fragebogens und der Interviews zeigen jedoch, dass das

Wissen um eine nicht vorhandene Anpassungserkenntnis bei den SchülerInnen nach der Intervention nur oberflächlich vorhanden ist. Sowohl bei der Bearbeitung des *Concept Cartoons*, als auch bei der Erklärung der Entstehung des langen Giraffenhalses nutzten die Lernenden teleologische bzw. finalistische Erklärungsmuster. Die in der vorliegenden Studie befragten Lernenden zeigten eine weitgehende Akzeptanz für evolutionäre Prozesse und Veränderungen. So betonten speziell die drei interviewten SchülerInnen die fortwährende Veränderung des Lebens auf der Erde. Damit lehnen die ProbandInnen den von BRENNECKE (2014) häufig nachgewiesenen typologischen Artbegriff sowie die Unveränderlichkeit der Arten explizit ab. Lediglich die Aussage von Markus, einem der interviewten SchülerInnen, deutet auf eine Höherentwicklung von Lebewesen und eine Beendigung der Veränderung hin, sobald ein Lebewesen optimal angepasst ist: „*Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben*“. An dieser Stelle manifestiert sich auch ein fehlendes Verständnis von Mutationen, welche durchaus auch nachteilige Folgen für die betreffenden Organismen und ihre Nachkommen nach sich ziehen können. Auch FENNER (2013) konnte in ihrer Studie eine weitgehende Akzeptanz für Evolution unter den SchülerInnen nachweisen. Diese lehnen explizit ab, dass Tiere immer gleich ausgesehen haben (FENNER 2013, 89, 93, 285). Wie schon erwähnt, schienen viele SchülerInnen, die im Rahmen der vorliegenden Studie befragt wurden, Evolution jedoch als einen Prozess zu sehen, welcher im Leben eines einzelnen Individuums stattfindet und sich nicht über Generationen hinweg vollzieht (siehe auch HAMMANN & ASSHOFF 2017, 235). Die Lernenden betonten auch die schrittweise Veränderung von Organismen, welche ebenfalls wieder einer lebensweltlichen Vorstellungsquelle entspringt (BAALMANN et al. 2004, 15). So meint Elisabeth, eine der drei interviewten Schülerinnen: „*Die Giraffe wird also immer größer, damit sie weiter raufkommt zu den Blättern*“. In dieser Aussage spiegeln sich sowohl die schrittweise Veränderung eines Organismus⁸⁵, als auch die Tatsache, dass sich diese Veränderung nicht generationsübergreifend abzuspielen scheint, wider. Die Mehrheit der befragten Lernenden scheint kein Populationsverständnis zu haben.

⁸⁵ FENNER (2013), die ebenfalls die bei SchülerInnen vorhandenen Vorstellungen zur Entstehung des langen Giraffenhalses untersuchte, beschreibt die in ihrer Studie häufig auftretende „schrittweise gleiche Veränderung aller Individuen einer Population“ (FENNER 2013, 166). Diese Annahme war auch unter den von mir befragten Lernenden häufig vertreten.

Dies zeigt sich darin, dass sich die SchülerInnen in ihren Ausführungen über Evolution und Anpassung auf Individuen beschränken und auch Arten und Populationen lediglich als Einzelindividuen verstehen (siehe auch BAALMANN et al. 2004, 11). BRENNECKE (2014) hingegen konnte in ihrer Studie Erwähnungen von Merkmalsausprägungen auf Populations- und auf Individualebene nachweisen. In der vorliegenden Studie bezogen sich die Schülerantworten zu Merkmalsveränderungen im Fragebogen und auch während der Interviews ausschließlich auf einzelne Individuen. Eine weitere wichtige Schülervorstellung, die sowohl in meiner Studie, als auch in jener von JOHANNSEN und KRÜGER (2005) nachgewiesen werden konnte, war jene der Anthropomorphismen, also der Übertragung menschlicher Maßstäbe und Eigenschaften auf Tiere und Pflanzen. So beschreiben JOHANNSEN und KRÜGER (2005), dass Schülervorstellungen zufolge fleischfressende Pflanzen entstanden, weil sie erkannten, dass es ihnen durch die aktiv herbeigeführten Veränderungen „*besser ging*“ (JOHANNSEN & KRÜGER 2005, 33). Ebendiese Formulierung („*Und es ging ihnen einfach besser*“) findet sich auch in einem der von mir durchgeführten Interviews. Auch die drei fachlich nicht korrekten Antwortmöglichkeiten des Concept Cartoons, die vor allem im Prätest große Zustimmung durch die Lernenden erhielten, waren zum Teil stark anthropomorph formuliert („*Wahrscheinlich hat die Pflanze gemerkt [...]*“ etc.). Wie schon mehrfach erwähnt, schienen die befragten SchülerInnen auch kein Verständnis von evolutionsbiologisch wichtigen Aspekten wie Mutation, Variation, Selektion oder Vererbung zu haben. Begriffe wie diese wurden in den vorliegenden Schülerantworten nicht erwähnt und es wurde auf diese auch kein impliziter Bezug genommen. An dieser Stelle verdeutlicht sich noch einmal das fehlende Populationsverständnis der Lernenden und die Tatsache, dass diese Evolution nicht als generationsübergreifenden Prozess wahrnehmen. FENNER (2013) konnte in ihrer Arbeit ebenfalls ein fehlendes Mutationsverständnis nachweisen. Falls Mutationen von Lernenden erwähnt wurden, wurden diese meist lediglich als nachteilig beschrieben (FENNER 2013, 100). Auch HAMMANN und ASSHOFF (2017) beschreiben, dass Evolution häufig als schrittweise Transformation und Anpassung an bestimmte Umweltbedingungen angesehen wird. Lernende haben oftmals nur unzureichende Kenntnisse von Mutation und Variation innerhalb einer Population (siehe auch FENNER 2013 und vorliegende Studie). In solchen Aussagen fehlen auch jegliche Hinweise auf Variation und Selektion. Die

Lernenden erwähnen nicht, dass sich die Individuen innerhalb von Populationen unterscheiden und dies Auswirkungen auf die Merkmalsverteilung in den kommenden Generationen haben kann (HAMMANN & ASSHOFF 2017). Die zeitliche Dimension von Evolution spielte vor allem in den durchgeführten Interviews eine wesentliche Rolle. Die Lernenden betonten, dass Evolution „*lange dauert*“ bzw. „*über viele Jahre hinweg passiert*“. Die Erwähnung der langen Zeiträume, in denen sich Evolution vollzieht, konnte auch FENNER (2013) nachweisen. BRENNECKE (2014) erhielt im Rahmen ihrer Arbeit sehr diverse Vorstellungen bzgl. der zeitliche Dimension von Evolution. Meine Studie zeigt ebenfalls widersprüchliche Ergebnisse. Die Lernenden betonen einerseits die langen Zeiträume, in denen evolutionäre Prozesse ablaufen, stellen sich aber andererseits durchgängig Anpassung als einen Prozess vor, welcher im Leben eines einzelnen Individuums stattfindet. Auch an dieser Stelle verdeutlicht sich noch einmal das eher oberflächliche Wissen, welches die Lernenden nach der Intervention aufweisen, aber nicht auf neue Anwendungssituationen übertragen können. Die auf den letzten Seiten dargestellten Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden von den Lernenden immer sowohl auf zoologische, als auch auf botanische Beispiele bezogen. Diese Tatsache deckt sich mit der Erkenntnis von CYPIONKA (2012)⁸⁶, dass Lernende auch die Anpassung von Pflanzen als zielgerichteten, linearen und kontinuierlichen Prozess ansehen, welcher ohne Störungen abläuft und auf einen optimal angepassten Endzustand abzielt. Die von Markus implizit erwähnte Höherentwicklung bei den Giraffen wird demnach laut CYPIONKA (2012) von SchülerInnen auch bei Pflanzen angenommen. CYPIONKA (2012) beschreibt die Evolution von Pflanzen als zielgerichteten und nicht zufälligen Prozess, was sich mit den in der vorliegenden Studie getätigten teleologischen Aussagen zu den „Litter-Trapper“-Pflanzen deckt („[...] *sie wollen alle so viele Blätter haben, dass sie viele Nährstoffe haben*“ oder „*Die „Litter-Trapper“-Pflanzen fangen Laub von den anderen Bäumen auf, damit sie Humus kriegen*“). Aussagen wie diese waren sowohl im Online-Fragebogen, als auch in den Interviews häufig vertreten, obwohl die Zufälligkeit von Anpassungen von einigen Lernenden explizit hervorgehoben wurde. CYPIONKA (2012) erwähnt auch, dass für SchülerInnen offenbar die Lebensbedingungen für die Anpassung

⁸⁶ Es muss natürlich bedacht werden, dass CYPIONKA (2012) Lernende der Jahrgangsstufe 5 untersuchte, die demnach wesentlich jünger waren als die von mir beforschte Stichprobe.

und Veränderung von Pflanzen eine bedeutende Rolle spielen. Dies könnte der Grund dafür sein, weshalb die Lernenden im Rahmen der vorliegenden Studie derart genau und teilweise eindringlich auf die Bedingungen des Standorts des tropischen Regenwaldes eingegangen waren. BRENNECKE (2014) betont explizit, dass die Wahl von botanischen oder zoologischen Beispielen die zu bestimmten Phänomenen geäußerten Schülervorstellungen erheblich beeinflussen kann. So beschreibt sie, dass unbekannte, botanische Beispiele zur Konstruktion von fachlich richtigen Vorstellungen auf der Ebene des Verstehens genutzt werden können (BRENNECKE 2014, 96). Zoologische, bekannte Beispiele sind meistens mit tief verwurzelten Fehlvorstellungen bei den SchülerInnen verbunden, die durch den Einsatz ebendieser Beispiele nur schwer ausgeräumt werden können. SchülerInnen erwähnen auch viel häufiger zoologische Beispiele bei der Erklärung von Anpassung (BRENNECKE 2014, 47). Der Einsatz eines unbekanntes, botanischen Beispiels im Rahmen dieser Studie konnte nicht dazu beitragen, die Fehlvorstellungen der Lernenden bzgl. Evolution und Anpassung von Grund auf zu revidieren. Das Konzept des *litter trapping* und die Besonderheiten des tropischen Regenwaldes waren für die Lernenden jedoch sehr einprägsam und konnten von diesen auch fachlich korrekt wiedergegeben werden. Damit konnte der u.a. von WANDERSEE und SCHUSSLER (1999) beschriebenen *Plant Blindness* ein Stück weit entgegengewirkt werden, da die Wahrnehmung von Pflanzen als anpassungsfähige Organismen bei den SchülerInnen gestärkt werden konnte. Wie schon mehrfach erwähnt, konnten diese Anpassungen von den befragten Lernenden zwar benannt und erklärt werden, es fiel ihnen jedoch schwer, ihre Ursache bzw. ihre Auswirkung auf kommende Generationen zu erörtern. Auch an dieser Stelle verdeutlicht sich noch einmal, dass das von der Intervention generierte Wissen eher an der Oberfläche zu verorten ist und dass keine tiefgreifenden Wissensveränderungen stattfanden. WANDERSEE und SCHUSSLER (1999) beschreiben, dass Kinder im Allgemeinen Tiere Pflanzen vorziehen. Dies hat verschiedene Gründe. Pflanzen werden von BiologielehrerInnen im Unterricht oft vernachlässigt, die Bedeutung von Pflanzen wird oft übersehen. Dies wirkt sich auch auf die Erwähnung und Behandlung von botanischen Themen in Schulbüchern aus (LAMPERT et al. 2018b, 10). Menschen tendieren dazu, die Bedeutung von Pflanzen für die gesamte Biosphäre, sowie ihren ästhetischen und biologischen Wert nicht wahrzunehmen und diese

tendenziell als im Vergleich zu Mensch und Tier weniger wertvoll anzusehen. In den Schulen fehlen praktische botanische Tätigkeiten und auch die Artenkenntnis von lokalen Pflanzengemeinschaften wird im Unterricht oft nicht gefördert (WANDERSEE & SCHUSSLER 1999, 84ff.). WANDERSEE & SCHUSSLER (1999) beschreiben, dass Pflanzen oft deshalb nicht wahrgenommen werden, weil sich der Großteil ihrer Biomasse unter der Erde befindet und Pflanzen oft als einheitlich grün erscheinen, wenn sie nicht blühen. Auch ihre im Vergleich zu Tieren eingeschränkt sichtbare Mobilität macht Pflanzen damit für Lernende weniger spannend (WANDERSEE & SCHUSSLER 1999, PALMER 1996). Auch in wissenschaftlichen Studien zu Schülervorstellungen bzgl. Evolution sind botanische Beispiele weitaus weniger häufig vertreten als Beispiele aus dem Tierreich (siehe z.B. BRENNECKE 2014). Auch in der vorliegenden Studie, welche sich explizit einem unbekanntem, botanischen Beispiel widmet, wurden an vielerlei Stellen Einstellungen der SchülerInnen zu botanischen Themen deutlich. Die in den vertiefenden Interviews befragten SchülerInnen betonten alle drei explizit, dass sie im Biologieunterricht die Arbeit zu Tieren und dem Menschen spannender fänden, als jene zu Pflanzen (*„Besonders spannend finde ich Themen rund um den Menschen und nicht so sehr Pflanzen“* oder *„Was mich nicht so interessiert, ist das Thema Meer und Pflanzen. Das ist eher nicht so meins“*). Auch die Bewertungen von Pflanzen im Rahmen des Online-Fragebogens fallen deutlich negativ aus. Wie man dem Ergebniskapitel der Arbeit entnehmen kann, beurteilen die befragten SchülerInnen ihr Interesse an Pflanzen ausschließlich mit negativen Ziffernoten⁸⁷. Die Aussage von LAMPERT et al. (2018b), dass im Pflanzen im Biologieunterricht oft vernachlässigt werden, konnte durch die Interviews ebenfalls bestätigt werden. Die befragten SchülerInnen stimmen überein, dass *„[...] zu Pflanzen eher weniger gemacht wurde“*. Laut Schülerantworten wurde in den vergangenen vier Jahren in der Neuen Mittelschule eher zu Menschen und Tieren gearbeitet, als zu Pflanzen. Natürlich sind diese Aussagen mit Vorsicht zu betrachten, da es auch sein könnte, dass lediglich die Erinnerung der Lernenden an die botanischen Themen weniger ausgeprägt ist als jene an zoologische Themengebiete. Auch FENNER (2013) betont, dass einige Lernende explizit angaben, Pflanzen nicht sonderlich interessant zu finden und die Behandlung von

⁸⁷ Siehe auch Kapitel 5.1.8 für detailliertere Ergebnisse.

zoologischen Themen im Biologieunterricht zu bevorzugen. Diese Ergebnisse decken sich also mit jenen der vorliegenden Studie. Obwohl die durchgeführte Intervention die Wahrnehmung der SchülerInnen von Pflanzen im Allgemeinen zu steigern vermochte⁸⁸, veränderte sich das Interesse an botanischen Themen zwischen Prä- und Posttest nicht. Wie schon erwähnt, könnte dies daran liegen, dass die Intervention aufgrund der Situation rund um COVID-19 ausschließlich online stattfinden musste und ein Besuch im Botanischen Garten der Universität Wien sowie eine Arbeit mit authentischen „Litter-Trapper“-Pflanzen aus diesem Grund nicht möglich waren. Der Biologieunterricht selbst wurde von den befragten Lernenden als neutral bewertet. Die Mehrheit der vergebenen Noten befand sich im mittelmäßigen Bereich. Diese Beurteilung wird auch durch diverse Aussagen aus den vertiefenden Interviews unterstützt (z.B. *„Biologie ist für mich ein ganz normales Fach. Ich mag es jetzt nicht so gerne, aber es ist auch nicht ganz schlecht“*). Auch FENNER (2013) konnte bei einem Drittel ihrer Befragten diese durchschnittliche Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht nachweisen.

Welche Implikationen lassen sich nun für den Evolutionsunterricht ziehen? BAALMANN et al. (2004) erwähnen die Wichtigkeit einer frühzeitigen Einführung des Konzeptes der Selektion im Biologieunterricht. Ohne die frühe Erwähnung von Aspekten wie Mutation und Variation werden etwaige bei SchülerInnen vorhandene teleologische Vorstellungen noch bestätigt, da diese sich das neu erworbene Wissen bzgl. Anpassungen weiterhin mit ihren lebensweltlichen Erfahrungen erklären. Auf diese Weise festigen sich die vorhandenen Fehlvorstellungen und es wird noch schwieriger, diese im Sinne einer *Conceptual Reconstruction* zu durchbrechen. Auch eine frühe Verknüpfung von Genetik und evolutionsbiologischen Themen, die ja ohnehin eng miteinander in Verbindung stehen, wird von BAALMANN et al. (2004) empfohlen. CYPIONKA (2012) betont die positiven Auswirkungen einer frühzeitigen Vermittlung evolutionärer Grundlagen auf das Verstehen evolutionärer Zusammenhänge bei SchülerInnen. Ein Unterrichten von evolutionsbiologischen Themen sei schon bei jüngeren Schülern problemlos möglich. Auch DREESMANN et al. (2011) sind überzeugt,

⁸⁸ Dies äußerte sich darin, dass die Lernenden nach der Intervention dazu in der Lage waren, „Litter-Trapper“-Pflanzen und ihre Anpassungen fachlich richtig zu beschreiben und diese auch explizit als Beispiel für Pflanzen mit besonderen Anpassungen nennen konnten.

dass Evolution nicht als abgeschlossene Thematik, sondern in Form eines Spiralcurriculums in allen Jahrgangsstufen unterrichtet werden sollte. Dieser Empfehlung stehen die Ergebnisse der vorliegenden Studie drastisch entgegen. Die im Rahmen der vertiefenden Interviews befragten SchülerInnen sind sich einig, dass sie einen abgeschlossenen Evolutionsunterricht in der 7. Jahrgangsstufe erlebten, so wie er derzeit noch im Lehrplan vorgesehen ist.

7. Fazit und Ausblick

Es lässt sich wohl sagen, dass die vorliegende Studie aufgrund ihrer Konzentration auf ein botanisches Themengebiet einen wichtigen Beitrag zum derzeitigen Stand der fachdidaktischen Forschung zu Schülervorstellungen leisten konnte. Bisher kamen botanische Inhalte in den meisten Forschungen zu Schülervorstellungen zu kurz. Die Untersuchung von CYPIONKA (2012) stellt eine der wenigen Forschungsarbeiten dar, welche sich der Analyse von Vorstellungen zur Evolution und Entwicklung von Pflanzen widmet. Mit der vorliegenden Arbeit zum Thema „Litter-Trapper“-Pflanzen wurde zudem ein botanisches Beispiel in den Mittelpunkt gestellt, welches auch aus fachlicher Perspektive noch nicht in seiner Gänze erforscht wurde. Diese erste fachdidaktische Arbeit zu der speziellen Pflanzengruppe aus dem tropischen Regenwald soll damit gewissermaßen einen Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen bilden, die sich ähnlichen botanischen Beispielen widmen. Natürlich verfügt die vorliegende Untersuchung auch über mehrere Unzulänglichkeiten, die zum Teil der Problematik rund um COVID-19 geschuldet sind. Zunächst einmal war die Anzahl der an der Studie teilnehmenden ProbandInnen relativ gering, da nur mit einer vergleichsweise kleinen Schulklasse zusammengearbeitet werden konnte. Diese geringe Anzahl an ProbandInnen sollte durch den Einsatz von *Mixed Methods*, also einer Kombination aus qualitativen und quantitativen Methoden, relativiert werden. Des Weiteren konnte die Studie aufgrund der Coronavirus-Problematik nicht wie geplant im Botanischen Garten der Universität Wien stattfinden, wo ein Kontakt mit authentischen „Litter-Trapper“-Pflanzen möglich gewesen wäre. Dieser fehlende Kontakt mit realer Natur könnte auch eine mögliche Erklärung für die eher marginal ausfallenden Effekte der Intervention sein. Wie schon erwähnt zeigen die Ergebnisse, dass eine profunde *Conceptual Reconstruction* im Rahmen der durchgeführten Studie nicht nachgewiesen werden konnte. Die Lernenden verfügen nach der Intervention zwar über neues Wissen bzgl. der Evolution bei Pflanzen, können dieses allerdings nur benennen und auf Nachfrage wiedergeben, jedoch nicht auf neue Problematiken und Beispiele übertragen. Die fachlich inkorrekten, teleologischen Aussagen und Begründungen waren auch im Posttest und in den durchgeführten Interviews noch stark vertreten. Diese Tatsache lässt den Schluss zu, dass sich das geplante Lernangebot nur begrenzt dazu eignet, fachlich richtigere Vorstellungen bei den

SchülerInnen hervorzurufen. Damit kann die angenommene Hypothese dieser Arbeit nur zum Teil bestätigt werden. Es wäre interessant, die vorliegende Studie zu einem gegebenen Zeitpunkt im Botanischen Garten der Universität erneut durchzuführen, um zu sehen, ob sich die Ergebnisse durch den authentischen Kontakt mit realen Pflanzen verändern. Auch die Intervention selbst sollte dann leicht modifiziert werden. So wurden beispielsweise genetische Aspekte wie Mutation und Variation nur nebensächlich im Rahmen des Lernangebots behandelt. Den Ausführungen von BAALMANN et al. (2004) zufolge ist eine Verknüpfung von genetischen und evolutionären Thematiken jedoch für die Entwicklung eines fachlich korrekten Evolutionsverständnisses fundamental. Auch der Aspekt, dass sich Populationen über mehrere Generationen hinweg und nicht einzelne Individuen im Laufe ihres Lebens anpassen, wurde in der Intervention nicht ausreichend berücksichtigt und sollte in Form einer weiteren Aktivität ins Programm des Lernangebots aufgenommen werden. Interessant wäre es auch, die Intervention nicht in einer 4. Klasse durchzuführen und damit das Thema Evolution zu wiederholen und zu vertiefen, sondern bereits in der 3. Klasse mit dem Modellorganismus der „Litter-Trapper“-Pflanzen zu arbeiten und damit Evolutionsbegriffe erst einzuführen. BRENNECKE (2014) zufolge eignen sich unbekannte, botanische Beispiele dafür, um bei den Lernenden fachlich richtige Vorstellungen zu generieren. Auch eine ähnliche Untersuchung mit einem anderen botanischen Modellorganismus wäre denkbar. Auf diese Weise könnten die Ergebnisse beider Studien und die Effekte beider Lernangebote miteinander verglichen werden. Die vorliegende Studie wurde aufgrund der Schwierigkeit, ProbandInnen zu finden, ohne eine Kontrollgruppe durchgeführt. Es wäre interessant zu untersuchen, inwiefern sich die Schülervorstellungen unterscheiden, wenn man auch eine Gruppe untersucht, die nicht an der Durchführung eines bestimmten Lernangebots teilgenommen hat. Ebenfalls eine Untersuchung wert wäre der Aspekt des Behaltens des im Zuge der Intervention erworbenen Wissens. Der Fragebogen, der im Fall der vorliegenden Studie direkt im Anschluss an die Intervention ausgefüllt wurde, könnte auch mehrere Monate später noch einmal ausgeteilt werden, wenn sich die Lernenden bereits im Berufsleben oder in weiterführenden Schulen befinden. Im Rahmen der Studie konnte deutlich gezeigt werden, dass die von WANDERSEE & SCHUSSLER (1999) erwähnte *Plant Blindness* ein wirklich existierendes und ernstzunehmendes

Phänomen darstellt, welches auch an der an der Untersuchung teilnehmenden NMS eine Rolle zu spielen scheint. Dennoch konnte auch gezeigt werden, dass das Lernangebot bewirken konnte, dass Lernende Pflanzen vermehrt wahrzunehmen begannen und diese auch als von Anpassungsprozessen betroffene Organismen benannten. Auch in diesem Kontext wäre die Durchführung eines *Follow-Up*-Tests von Interesse. Um der *Plant Blindness* jedoch bereits in ihren Grundzügen entgegenzuwirken, muss sich der Biologieunterricht an unseren Schulen grundlegend verändern. Botanische Themen müssen von den unterrichtenden PädagogInnen einen ebenso großen Stellenwert eingeräumt bekommen wie Tiere. WANDERSEE und SCHUSSLER (1999) sehen ebenfalls nur diesen Weg als mögliche Lösung, um Pflanzen für SchülerInnen jeglichen Alters interessanter und wertvoller zu machen:

„If we are to escape the intellectual, perceptual and visual processing traps that lead to plant blindness, those of us who teach introductory courses must work to expand our students' botanical horizons“ (WANDERSEE & SCHUSSLER 1999, 86).

8. Literaturverzeichnis

- BAALMANN, W., FRERICHS, V., WEITZEL, H., GROPENGLIEßER, H. & KATTMANN, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7-28.
- BAUER, H. (2017). *Evolution als roter Faden des Biologieunterrichts. Inhaltliche Analyse eines Unterrichtskonzepts sowie Darstellung des fachlichen und pädagogischen Wissens der Lehrkraft und dessen Kohärenz*. Wien: Diplomarbeit.
- BISHOP, A. & ANDERSON, C. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 27/5, 415-427.
- BRENNECKE, J. (2014). *Schülervorstellungen zur evolutionären Anpassung. Qualitative Studien als Grundlage für ein fachdidaktisches Entwicklungskonzept in einem botanischen Garten*. Justus-Liebig-Universität Gießen: Dissertation.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG. *Lehrplan der Neuen Mittelschule*. RIS, Bundesrecht konsolidiert. Abrufbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40207228/NOR40207228.pdf> (letzter Aufruf am 25.5.2020).
- CAMPBELL, N., REECE, J., URRY, L., CAIN, M., WASSERMANN, S., MINORSKY, P. & JACKSON, R. (2015). *Biologie*. Hallbergmoos: Pearson La Vergne Verlag.
- CYPIONKA, R. (2012). Pflanzen als Lebewesen in Evolution und Entwicklung. In: *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion* 39. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- DREESMANN, D., GRAF, D. & WITTE, K. (2011). *Evolutionsbiologie. Moderne Themen für den Unterricht*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- ESSLINGER-HINZ, I. & SLIWKA, A. (2011). *Schulpädagogik*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

FENNER, A. (2013). *Schülervorstellungen zur Evolutionstheorie, Konzeption und Evaluation von Unterricht zur Anpassung durch Selektion*. Justus-Liebig-Universität Gießen: Dissertation.

FISCHER, M., OSWALD, K. & ADLER, W. (2008). *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol*. Linz: Biologiezentrum der Österreichischen Landesmuseen.

GRAF, A. (1980). *Exotica: pictorial cyclopedia of exotic plants from tropical and near-tropic regions*. East Rutherford, NJ: Roehrs.

GROPENGLIEßER, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In KRÜGER, D. & VOGT, H. (Hrsg.). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, 105-116. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.

GROPENGLIEßER, H. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In MAYRING, P., GLÄSER-ZIKUDA, M. (Hrsg.). *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*, 172ff. Basel und Weinheim: Beltz-Verlag.

GROPENGLIEßER, H. & KATTMANN, U. (2013). Didaktische Rekonstruktion. In GROPENGLIEßER, H., HARMS, U. & KATTMANN, U. (Hrsg.). *Fachdidaktik Biologie*, 16-23. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

GROPENGLIEßER, H., KATTMANN, U. & KRÜGER, D. (2010). *Biologiedidaktik in Übersichten*. Köln: Aulis Verlag.

HAMMANN, M., ASSHOFF R. (2017). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht: Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Seelze: Klett Kallmeyer Verlag.

HAMMANN, M. & JÖRDENS, J. (2014). Offene Aufgaben codieren. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I. & SCHECKER, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 169-178. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

HARMS, U. (2013). Botanischer Garten, Zoo und Naturkundemuseum. In GROPENGIESSER, H., HARMS, U. & KATTMANN, U. (Hrsg.). *Fachdidaktik Biologie*, 441-445. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

HOFFMANN, R. (2009). *Ausserschulisches Lernen in einer fächerübergreifenden Projektwoche: Feuer, Wasser, Luft und Erde als Projektthema*. Hamburg: Diplomica Verlag.

HOLZGRUBER, L. (2018). *Pflanzen, die ihre eigenen Blumentöpfe bilden. „Litter-Trapper“-Pflanzen als Gegenstand der Durchführung eines Stationenbetriebs für SchülerInnen im botanischen Garten der Universität Wien*. Wien: Unveröffentlichte Bachelorarbeit.

JOHANNSEN, M. & KRÜGER, D. (2005). Schülervorstellungen zur Evolution – eine quantitative Studie. In: *Ber. Inst. Didaktik Biologie 14*, 23-48.

KARPA, D., LÜBBECKE, G. & ADAM, B. (2015). Außerschulische Lernorte - Theoretische Grundlagen und praktische Beispiele. In *Außerschulische Lernorte, Schulpädagogik heute, Prolog-Verlag, 6/11*, 1-13.

KATTMANN, U. (1995). Konzeption eines naturgeschichtlichen Biologieunterrichts: Wie Evolution Sinn macht. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 29-42.

KATTMANN, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – Eine praktische Theorie. In KRÜGER, D. & VOGT, H. (Hrsg.). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, 93-104. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.

KATTMANN, U. (2016). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGIESSER, H. & KOMOREK, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3/3, 3-18.

- KRÜGER, D. (2007). Die *Conceptual Change-Theorie*. In KRÜGER, D. & VOGT, H. (Hrsg.). *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, 81-92. Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.
- KRÜGER, D. & RIEMEIER, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I. & SCHECKER, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 133-146. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- LAMNEK, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- LAMPERT, P., PANY, P., SCHEUCH, M., HEIDINGER, C., KIEHN, M. & KAPELARI, S. (2018a). Mehr als nur Bestäubung – Schülervorstellungen zur Bestäubungsbiologie und deren Implikationen für den Unterricht. In *Zeitschrift für Didaktik der Biologie – Biologie Lehren und Lernen*, 22, 64-77.
- LAMPERT, P., SCHEUCH, M. & KIEHN, M. (2018b). Wie pflanzen sich Pflanzen fort? – Eine fachliche Klärung. In: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 9-25.
- MAYER, J. (2013). Freiland, Umweltzentren und Schülerlabore. In GROPENGIESSER, H., HARMS, U. & KATTMANN, U. (Hrsg.). *Fachdidaktik Biologie*, 429-440. Hallbergmoos: Aulis Verlag.
- MAYRHOFER, S. (2016). *Außerschulische Lernorte aus Sicht von Biologie- und Umweltkunde-Lehrer und Lehrerinnen*. Wien: Diplomarbeit.
- MAYRING, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 9. Auflage. Beltz Verlagsgruppe.
- NIEBERT, K. & GROPENGIEßER, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I. & SCHECKER, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 121-132. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag
- PALMER, D. (1996). Students' application of a biological concept: Factors affecting consistency. In: *Research in Science Education*, 26, 409-419.

SAMARAPUNGAVAN, A. & WIERS, R. (1997). Children's Thoughts on the Origin of Species: A Study of Explanatory Coherence. In *Cognitive Science*, 21/2, 147-177.

SCHECKER, H., PARCHMANN, I. & KRÜGER, D. (2014). Formate und Methoden naturwissenschaftsdidaktischer Forschung. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I. & SCHECKER, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 1-15. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

SCHEIBSTOCK, J. (2014). *Lerneffekte im Unterricht zum Thema Evolution: eine Untersuchung zur Entwicklung von SchülerInnenvorstellungen zu Selektion und Variation*. Wien: Diplomarbeit.

SCHEUCH, M. (2013). *Die Entwicklung von Pedagogical Content Knowledge (PCK) in Fortbildungen für BiologielehrerInnen*. Wien: Dissertation.

STEJSKAL, J. (2020). *Evolution als Leitkonzept der Biologie. Ein Fragebogen zur Selbsteinschätzung des Evolutionsunterrichts von AHS-Lehrenden*. Wien: Diplomarbeit.

TIEMANN, R. & KÖRBS, C. (2014). Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I. & SCHECKER, H. (Hrsg.). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*, 283-296. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

UNTERBRUNER, U. (2013). Umwelterziehung. In GROPENGIEßER, H., HARMS, U. & KATTMANN, U. (Hrsg.). *Fachdidaktik Biologie*, 169-190. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

VIERLINGER, R. (1997). Auf der Seite des Lebens. In ANLANGER, O. (Hrsg.). *Auf der Seite des Lebens: Impulse zur Umwelterziehung*, 24-25. Wien: Verein der Förderer der Schulhefte.

WANDERSEE, J., GOOD, R. & DEMASTES, S. (1995). Forschung zum Unterricht über Evolution: Eine Bestandsaufnahme. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 1, 43-54.

WANDERSEE, J. & SCHUSSLER, E. (1999). Preventing Plant Blindness. In: *The American Biology Teacher*, 61/2, 84-86.

WEISSENHOFER, A., HUBER, W., WANEK, W. & WEBER, A. (2008). Terrestrial litter trappers in the Golfo Dulce region: diversity, architecture and ecology of a poorly known group of plant specialists. In Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen (Hrsg.). *Natural and Cultural History of the Golfo Dulce Region, Costa Rica*. Linz: Stapfia 88.

ZONA, S. & CHRISTENHUSZ, M. (2015). Litter-trapping plants: filter-feeders of the plant kingdom. In *Botanical Journal of the Linnean Society*, 179, 554-586.

9. Abkürzungsverzeichnis

TLT	<i>Terrestrial Litter Trapper</i>
PCK	<i>Pedagogical Content Knowledge</i>
NMS	Neue Mittelschule

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anthurium affine als Beispiel für morphologische Anpassungen der Stellung der Blätter an das litter trapping (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 557).....	4
Abbildung 2: Licuala orbicularis als Beispiel für eine terrestrische „Litter-Trapper“-Art mit lang-gestielten Blättern (ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 558).....	5
Abbildung 3: Fertile, gegabelte Blätter von Platycerium bifurcatum (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien)	8
Abbildung 4: Clavija eggersiana in der typischen Wuchsform des Schopfbäumchen (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien).....	9
Abbildung 5: Terrestrisch wachsende Pflanze aus der Gattung Anthurium (aufgenommen von Lisa Holzgruber im Botanischen Garten der Universität Wien).....	9
Abbildung 6: Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion, bestehend aus drei sich wechselseitig beeinflussenden Elementen (KATTMANN et al. 1997, 4)	12
Abbildung 7: Forschungsdesign der vorliegenden Studie, gegliedert in die drei Teilbereiche Fragebogen, Intervention und vertiefende Interviews (angefertigt von Lisa Holzgruber)	56
Abbildung 8: Altersaufteilung der ProbandInnen der vorliegenden Studie (angefertigt von Lisa Holzgruber).....	61
Abbildung 9: Lernvideo – Einstieg ins Lernvideo und Präsentieren der Masterarbeit (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	78
Abbildung 10: Lernvideo – Beschreibung des Lebensraumes tropischer Regenwald (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	78
Abbildung 11: Lernvideo – Erklärung des Mechanismus des litter trapping (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	78
Abbildung 12: Lernvideo – Erklärung des Arbeitsblattes zur Hypothesenbildung (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	79
Abbildung 13: Lernvideo – Erläuterung der zur Verfügung stehenden Bastelmaterialien (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	79
Abbildung 14: Zur Verfügung stehendes Bastelmaterial – grünes Kartonpapier, Küchenpapierrolle, Kleband und ausgeschnittenes Laub (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	80
Abbildung 15: Im Vorfeld der Intervention angefertigtes Probe-Modell im Zuge der Materialentwicklung (aufgenommen von Lisa Holzgruber).....	81
Abbildung 16: Gruppe 1 der ProbandInnen beim Basteln ihrer Pflanzenmodelle (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS).....	81
Abbildung 17: Von der Gruppe 1 angefertigte Modelle von „Litter-Trapper“-Pflanzen (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS).....	82
Abbildung 18: Von der Gruppe 2 angefertigte Modelle von „Litter-Trapper“-Pflanzen (aufgenommen und zur Verfügung gestellt vom Lehrerkollegium der teilnehmenden NMS).....	82
Abbildung 19: Veränderte Pflanzenmodelle der Gruppe 2 (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	84

Abbildung 20: Veränderte Pflanzenmodelle der Gruppe 1 (aufgenommen von Lisa Holzgruber)	84
Abbildung 21: Anzahl der expliziten Erwähnungen des Zufalls von Evolution in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)	91
Abbildung 22: Anzahl der expliziten Erwähnungen der Evolution von Pflanzen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber).....	92
Abbildung 23: Anzahl der expliziten Erwähnungen von Anpassungen bei Pflanzen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber).....	99
Abbildung 24: Kategorien der Definition des Begriffes ‚vorteilhaft‘ in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber)	100
Abbildung 25: Kategorien der den SchülerInnen bekannten Pflanzen mit speziellen Anpassungen in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber).....	103
Abbildung 26: Skizze dreier möglicher Wuchsformen von „Litter-Trapper“-Pflanzen (angefertigt von Lisa Holzgruber, orientiert an WEISSENHOFER et al. 2008, 146).....	103
Abbildung 27: Im Rahmen der Fragebogenstudie eingesetzter Concept Cartoon zur Entstehung des Mechanismus des litter trapping (angefertigt von Lisa Holzgruber)....	106
Abbildung 28: Verteilung der Zustimmung der SchülerInnen zu den verschiedenen Antwortmöglichkeiten in Prä- und Posttest (angefertigt von Lisa Holzgruber).....	108
Abbildung 29: Bewertung des Biologieunterrichts in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)	110
Abbildung 30: Bewertung des Evolutionsunterrichts in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)	110
Abbildung 31: Bewertung von Pflanzen im Biologierunterricht in Ziffernoten (angefertigt von Lisa Holzgruber)	111

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die häufigsten Pflanzenfamilien, in denen Arten vorkommen, die litter trapping betreiben, und die möglichen Wuchsformen von Litter-Trappern in dieser Verwandtschaft (HOLZGRUBER 2018, 14; abgeändert nach ZONA & CHRISTENHUSZ 2015, 562-574)	7
Tabelle 2: Naturforscher und ihre Theorien und Ansichten zum Thema Evolution (nach CAMPBELL et al. 2015, 601-603)	27
Tabelle 3: Beobachtungen und Schlussfolgerungen Darwins zur natürlichen Selektion (nach CAMPBELL et al. 2015, 608)	30
Tabelle 4: Lamarckistische und teleologische Schülervorstellungen im Vergleich (nach HAMMANN & ASSHOFF 2017, 233-234)	42
Tabelle 5: Die vier Bedingungen für einen Conceptual Change (nach KRÜGER 2007, 83-84)	53
Tabelle 6: Zeitplan für das Ausfüllen des Fragebogens (anfertigt von Lisa Holzgruber)	65
Tabelle 7: Transkriptionsregeln (nach KRÜGER und RIEMEIER 2014, 136-137)	73
Tabelle 8: Zeitplan der Durchführung der umgestalteten Intervention (angefertigt von Lisa Holzgruber)	77

12. Zusammenfassung

Die fachdidaktische Forschung der vergangenen Jahre zeigt, dass SchülerInnen zum Teil gravierende Fehlvorstellungen zu evolutionsbiologischen Themen aufweisen. Diese fachlich inkorrekten Vorstellungen basieren oft auf lebensweltlichen Erfahrungen und erweisen sich speziell im Evolutionsunterricht als erhebliches Lernhindernis. Die vorliegende Arbeit bedient sich des botanischen Modellorganismus der „Litter-Trapper“-Pflanzen. Erforscht wird der Einsatz eines auf dieser Pflanzengruppe basierenden Lernangebots im Hinblick auf dessen Fähigkeit zur Herbeiführung einer *Conceptual Reconstruction* zu evolutionsbiologischen Themen. Die untersuchte Zielgruppe waren SchülerInnen einer 4. Klasse einer Neuen Mittelschule. Zu zwei verschiedenen Messzeitpunkten wurden die bei den Lernenden vorhandenen Vorstellungen zu Themen wie Evolution und Anpassung erhoben. Hierbei wurde auf eine Kombination aus qualitativen und quantitativen Methoden zurückgegriffen. Die Ergebnisse zeigten, dass bei den befragten SchülerInnen durch das Lernangebot offenbar ein oberflächlicher Wissenszuwachs angeregt werden konnte. Eine Anwendung dieses Wissens auf neue, andersartige Problematiken und Beispiele ist durch die Intervention allerdings nicht nachweisbar. Somit kann festgestellt werden, dass eine tiefgreifende *Conceptual Reconstruction* im Rahmen der vorliegenden Studie nicht angeregt werden konnte. Dennoch erwiesen sich das Konzept des *litter trapping* und die Besonderheiten des tropischen Regenwaldes als sehr einprägsame Thematiken, die von den SchülerInnen auf eine fachlich richtige Art und Weise wiedergegeben werden und deren Wahrnehmung von Pflanzen als von Anpassung betroffene Organismen steigern konnten.

Schlüsselbegriffe: Fachdidaktik, Evolution, Anpassung, Schülervorstellungen, Fehlvorstellungen, *Conceptual Change*, *Conceptual Reconstruction*, Interventionsstudie, Botanik, Pflanzen, Pflanzenevolution, „Litter-Trapper“-Pflanzen, tropischer Regenwald

13. Abstract

In recent years, various studies have revealed considerable misconceptions of students about evolutionary topics. These alternative conceptions are based on everyday experiences and are a significant barrier for an understanding of correct patterns and processes of evolution. The present Master's thesis uses litter trapping plants as botanical model organisms for a planned learning intervention related to the topics of adaptation and evolution. The effects of this learning offer for provoking a Conceptual Reconstruction in the learners is investigated. The target group of the present study was formed by students aged 13-15 who were attending a *Neue Mittelschule*. Using a combination of qualitative and quantitative methods, students' conceptions on the topics of evolution and adaptation were investigated in pre- and post-tests. The findings of the study revealed that a superficial increase of knowledge and understanding could be provoked in the participating students. However, no application of this knowledge to further problems and in different examples was observed. Students could easily and correctly remember and express the concept of litter trapping and the special qualities of tropical rainforests. Also, the perception of plants as organisms that actually exhibit and undergo adaptations could be increased through the intervention.

Keywords: Teaching methodology, evolution, adaptation, students' preconceptions, misconceptions, Conceptual Change, Conceptual Reconstruction, intervention study, botany, plants, evolution of plants, litter trapping plants, tropical rainforest

Anhang

Fragebogen



vorstellungenpflanzenrevolution → base

15.07.2020, 16:38

Seite 01

1. Bitte erstelle zu Beginn deinen persönlichen Code. Der Code hilft mir, die beiden von dir ausgefüllten Fragebögen einander zuzuordnen.

Dein persönlicher Code besteht aus den ersten beiden Buchstaben des Vornamens deines Vaters und deiner Mutter, sowie deinem Geburtsmonat. Beispiel: Vater Bernd, Mutter Anna, dein Geburtstag ist im Mai, CODE = BE AN MA. Wichtig: Der Fragebogen bleibt trotzdem anonym, dein Fragebogen kann dir also nicht zugeordnet werden.

Mein persönlicher Code:

Gib hier deinen persönlichen Code ein (Name Vater, Name Mutter, Geburtsmonat):

Seite 02

2. Ich bin ein...

- Junge
 Mädchen

3. Ich bin...

Jahre alt.

4. Ich gehe in die...

Klasse.

5. Meine Muttersprache ist...

Seite 03

6. Wie gut gefällt dir der Biologieunterricht generell?

Wähle eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.



7. Wie spannend findest du das Thema Evolution im Biologieunterricht?

Wähle eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.



8. Inwiefern stimmst du der folgenden Aussage zu?

Ich finde Pflanzen im Biologieunterricht spannender als Tiere (und den Menschen).

Wähle eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.



Stimmt gar nicht

Stimmt eher weniger

Stimmt teilweise

Stimmt größtenteils

Stimmt völlig

Seite 04

9. Was verstehst du unter dem Begriff „Evolution“?

Beantworte die Frage in ganzen Sätzen und nenne alle wichtigen Punkte, die dir zum Thema Evolution einfallen.

Evolution bedeutet für mich...

10. Was verstehst du unter dem Begriff „Anpassung“?

Beantworte die Frage in ganzen Sätzen.

Anpassung bedeutet für mich...

Seite 06

11. Ist Evolution nur für Tiere wichtig oder betrifft sie auch Pflanzen?

Wähle die Antwortmöglichkeit aus, der du zustimmst.

- Evolution ist auch für Pflanzen wichtig.
- Evolution ist nur für Tiere wichtig.

Seite 07

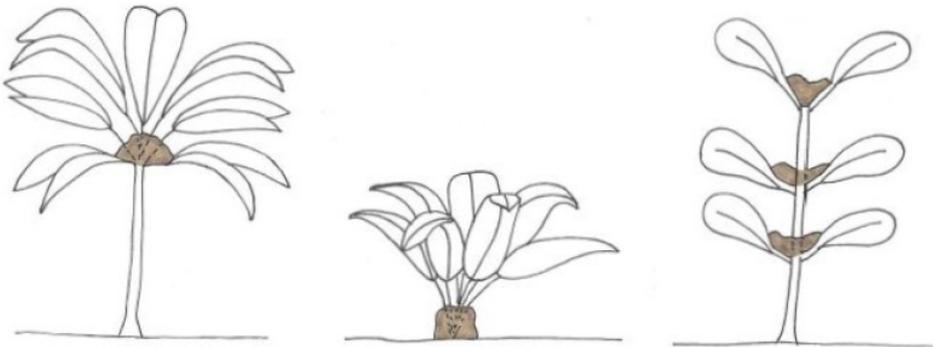
12. Kennst du eine oder mehrere Pflanzen mit besonderen Anpassungen?

Gib Beispiele von Pflanzen mit besonderen Anpassungen und erkläre kurz, woran diese Pflanzen angepasst sind.

Diese Pflanzen mit besonderen Anpassungen kenne ich:

13. Wie sind die Pflanzen auf dem Foto aufgebaut? Welche Gemeinsamkeiten haben sie?

Sieh dir das Foto gut an und beschreibe die Pflanzen, die du darauf siehst in ganzen Sätzen.



Was haben die Pflanzen gemeinsam?

14. Wie ist die Strategie des „litter trapping“ (= Sammeln von herabfallendem Laub) entstanden?

Lies dir den folgenden Text gut durch und beantworte dann die unten gestellte Frage.

Die drei Pflanzenformen, die du vorher gesehen hast, wachsen im tropischen Regenwald. Sie finden sich bei sogenannten „Litter-Trapper“-Pflanzen (= Abfall sammelnde Pflanzen). Solche Pflanzen können das Laub anderer Bäume auffangen und daraus lebenswichtige Nährstoffe beziehen. Diese Anpassung ist vor allem im Regenwald vorteilhaft, da der Regenwaldboden nur wenige Nährstoffe enthält und daher eine normale Nährstoffaufnahme über Bodenwurzeln nicht sehr effizient ist. Linda, Chris, Marie und Alex diskutieren über die Entstehung der Strategie des „litter trapping“. Welcher Aussage stimmst du zu? Welches Kind hat deiner Meinung nach recht? BEGRÜNDE deine Wahl.



Ich stimme „xy“ zu, weil ...

15. Was bedeutet der Begriff „vorteilhaft“?

Zuvor hast du gelesen, dass „litter trapping“ (= Sammeln von herabfallendem Laub) für die Pflanzen vorteilhaft ist. Beantworte in ganzen Sätzen, was du unter dem Begriff „vorteilhaft“ verstehst. Gib, wenn möglich, auch ein BEISPIEL für eine vorteilhafte Anpassung bei Pflanzen an und BEGRÜNDE, warum diese Anpassung vorteilhaft ist.

Vorteilhaft bedeutet für mich...

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Wir möchten uns ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Codierleitfaden

BEGRIFF ‚EVOLUTION‘		
Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Evolution als (Weiter)entwicklung	Antworten dieses Typs enthalten explizite Verweise auf die Weiterentwicklung des Menschen, sonstiger Lebewesen oder der Welt.	„Evolution bedeutet die Entwicklung eines Lebewesens.“ oder „Evolution bedeutet für mich die Entwicklung der Erde.“
<i>Unterkategorie:</i> Evolution als Entwicklung von Lebewesen	Antworten dieses Typs enthalten deutliche Hinweise darauf, dass Evolution als die Entwicklung von Lebewesen verstanden wird. Hierzu zählen in diesem Fall neben dem Begriff ‚Lebewesen‘ auch die explizite Erwähnung von Tieren, Pflanzen oder Menschen.	„Entwicklung der Pflanzen, je nach Ort.“ oder „Die Entwicklung des Menschen.“ oder „Evolution bedeutet die Entwicklung eines Lebewesens.“
<i>Unterkategorie:</i> Evolution als Entwicklung von Welt/Erde	Antworten dieses Typs enthalten explizite Verweise auf die Weiterentwicklung unbelebter Natur und verwenden Begriffe wie ‚(Um)welt‘ oder ‚Erde‘.	„Die Weiterentwicklung der Erde.“
<i>Unterkategorie:</i> Fällt in beide Unterkategorien	Antworten dieses Typs beziehen sich sowohl auf die Weiterentwicklung belebter, als auch unbelebter Natur.	„Weiterentwicklung des Menschen und der Umwelt.“
Evolution als Veränderung/Anpassung	Antworten dieses Typs enthalten explizite Verweise darauf, dass Evolution als Veränderung bzw. Anpassung eines Lebewesens betrachtet wird.	„Veränderung zum Vorteil der Pflanzen, Anpassung an den Lebensraum.“

Erwähnung des Zufalls bzw. der Nicht-Zielgerichtetheit von Evolution	Antworten dieses Typs beziehen sich explizit auf die Tatsache, dass Evolution ein nicht-zielgerichteter Prozess ist, welcher abläuft, ohne dass die betroffenen Individuen dies merken bzw. beeinflussen können.	„Evolution bedeutet für mich Entwicklung. Das passiert zufällig, also die Pflanzen und Tiere merken nichts davon.“ oder „Die ungewollte Weiterentwicklung.“ oder „Dass sich die Pflanze zufällig weiterentwickelt.“
Explizite Erwähnung von Pflanzen	Antworten dieses Typs beziehen sich explizit auf die Evolution von Pflanzen, ohne die Erwähnung von Menschen, Tieren oder Umwelt.	„Entwicklung der Pflanzen, je nach Ort.“ oder „Veränderung zum Vorteil der Pflanzen, Anpassung an den Lebensraum.“

BEGRIFF ‚ANPASSUNG‘		
Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Erklärung des Begriffes mit den Worten ‚Anpassung‘ oder ‚anpassen‘	Antworten dieses Typs erklären den gefragten Begriff nicht sinnhaft, indem sie Begriffe wie ‚Anpassung‘ oder ‚anpassen‘ zur Erklärung verwenden. Sie beziehen sich auf den Prozess der Anpassung und nicht, wie die untenstehende Kategorie, auf das angepasste Produkt.	„Wenn sich jemand oder etwas den bestimmten Bedingungen anpasst.“ oder „Dass man sich dem Umkreis anpasst.“
Erklärung des Begriffes mit den Worten ‚passen‘ oder ‚passend‘	Antworten dieses Typs fokussieren sich nicht auf den Prozess der Anpassung, sondern fassen vielmehr das angepasste bzw. zu einer bestimmten Umwelt passende Produkt ins Auge.	„Vorteilhafte Veränderung, dass man besser zur Umwelt passt.“ oder „Zu dem Lebensraum passen.“
Erklärung des Begriffes mit den Worten ‚Verbesserung‘ oder ‚Vorteil‘	Antworten dieses Typs verbinden eine Anpassung explizit mit einem Verbesserungsprozess bzw. mit einem Vorteil für das betreffende Individuum bzw. die betreffende Art.	„Ein Ding besser machen.“ oder „Anpassung bedeutet für mich die Veränderung, um besser überleben zu können.“
Anpassung als Angleichung	Antworten dieses Typs verstehen Anpassung als einen Prozess, der Dinge/Individuen aneinander angleicht.	„Etwas gleich oder ähnlich machen.“
Anpassung als Gewöhnung	Antworten dieses Typs beziehen sich auf die Tatsache, dass unter Anpassung ein Prozess der Gewöhnung an eine bestimmte	„Dass sich ein Körper an die Sachen gewöhnen muss.“

	Situation/Bedingung verstanden wird.	
Anpassung als Entwicklung	Antworten dieses Typs verstehen Anpassung als einen Prozess der (Weiter)entwicklung und beziehen sich explizit auf diese Tatsache.	„Dass man sich je nach Ort und Klima richtet und sich für diese Verhältnisse entwickelt.“
Sonstige Erklärungen für Anpassung	In diese Kategorie fallen Aussagen, welche sich keiner der anderen Kategorien einwandfrei zuordnen lassen.	„Anpassung bedeutet für mich die Umgebung wahrnehmen.“ oder „Sich an die Umwelt so anpassen, dass es der Umwelt gut geht.“
Fällt in zwei Kategorien	Antworten dieses Typs fallen in zwei Kategorien und werden daher dieser eigenen Kategorie zugeordnet. Hierbei sind die verschiedensten Kombinationen von Kategorien möglich.	„Pflanzen, Tiere oder Menschen können sich den verschiedenen Lebensbedingungen <u>anpassen</u> . Das heißt, sie können <u>besser</u> überleben.“ oder „Vorteilhafte Veränderung, dass man besser zur Umwelt passt.“
Erwähnung, <i>woran</i> sich anpasst wird	Antworten dieses Typs erwähnen explizit die Sache, an die sich angepasst wird. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten (siehe Unterkategorien).	„Wenn sich jemand oder etwas den bestimmten Bedingungen anpasst.“
<i>Unterkategorie: Anpassung an Bedingung</i>	Antworten dieses Typs umschreiben die Sache, an die sich angepasst wird, explizit mit dem Terminus ‚Bedingung‘.	„Wenn sich etwas oder jemand bei einer bestimmten Bedingung anpasst.“ oder „Wenn sich etwas an einer bestimmten Bedingung anpasst.“

<i>Unterkategorie:</i> Anpassung an Lebensraum/Territorium/Ort	Antworten dieses Typs erwähnen explizit die Anpassung an eine örtliche Lage. Hierfür können verschiedene Begriffe verwendet werden.	„Dass man sich dem Territorium anpasst.“ oder „Zu dem Lebensraum passen.“
<i>Unterkategorie:</i> Anpassung an Umwelt/Umgebung/Umfeld/Umkreis	Antworten dieses Typs beziehen sich nicht auf eine konkrete, örtliche Lage, sondern vielmehr auf das gesamte Umfeld des sich anpassenden Organismus.	„Dass sich die Pflanze an die Umgebung anpasst.“ oder „Dass man sich dem Umfeld entsprechend anpasst.“
<i>Unterkategorie:</i> Anpassung an das Klima	Antworten dieses Typs nennen das Klima als einzige Bedingung, an welche Organismen sich anpassen.	„Dass sich etwas anpasst an den Klimawandel.“
<i>Unterkategorie:</i> Fällt in zwei Unterkategorien	Antworten dieses Typs fallen in zwei der oben genannten Unterkategorien und sind hier daher als eigene Unterkategorie angeführt.	„Dass man sich je nach Ort und Klima richtet und sich für diese Verhältnisse entwickelt.“
<i>Unterkategorie:</i> Nicht genauer definiert	Antworten dieses Typs umschreiben die Bedingung, an die sich angepasst, nur vage und nennen hier keine konkreten Begriffe (siehe obige Unterkategorien).	„Wenn sich etwas oder jemand an etwas anpasst.“ oder „Dass sich ein Körper an die Sachen gewöhnen muss.“
Erwähnung, wer sich anpasst	Antworten dieses Typs bezeichnen explizit den Organismus, dem eine Anpassung widerfährt. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten (siehe Unterkategorien).	„Pflanzen, Tiere oder Menschen können sich den verschiedenen Lebensbedingungen anpassen.“
<i>Unterkategorie:</i> Lebewesen	Antworten dieses Typs beziehen sich explizit auf die Anpassung von Lebewesen. Hierbei	„Wenn sich etwas anpasst, so wie Tiere oder Pflanzen oder auch

	können Tiere, Menschen oder Pflanzen bzw. eine Kombination der drei angeführt werden.	Menschen, so dass alles eher ähnlich ist.“ oder „Dass sich die Pflanze an die Umgebung anpasst.“
<i>Unterkategorie: Sonstige</i>	Antworten dieses Typs lassen sich nicht eindeutig den anderen beiden Unterkategorien zuordnen.	„Dass sich ein <u>Körper</u> an die Sachen gewöhnen muss.“
<i>Unterkategorie: Nicht genauer definiert</i>	Antworten dieses Typs definieren den sich anpassenden Organismus nicht näher. Es wird nur von ‚etwas‘ bzw. ‚jemand‘ gesprochen.	„Wenn sich etwas oder jemand an etwas anpasst.“ oder „Dass sich etwas verändert.“
Explizite Erwähnung von Pflanzen	Antworten dieses Typs beziehen sich explizit auf die Anpassung von Pflanzen. Dies kann in Kombination mit der Erwähnung von Mensch und Tier passieren, aber auch eigenständig und ohne Bezug auf diese Komponenten.	„Verändern, dass die Pflanze zum Lebensraum passt.“ oder „Dass sich die Pflanze an die Umgebung anpasst.“

BEGRIFF ‚VORTEILHAFT‘		
Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Erklärung mit positiven Adjektiven	Antworten dieses Typs enthalten explizit positive Adjektive, welche den Begriff ‚vorteilhaft‘ definieren. Hierzu zählen u.a. ‚gut/besser‘, ‚leichter‘, ‚positiv‘.	„Dass es etwas Positives daran gibt.“ oder „Wenn etwas leichter gemacht ist oder besser.“
Nichtssagende Erklärung mit Verwendung des Begriffes ‚Vorteil‘	Antworten dieses Typs sind nicht wirklich aussagekräftig, da sie versuchen, den Begriff ‚vorteilhaft‘ mit denselben Worten, wie z.B. ‚Vorteil‘ zu definieren.	„Dass man Vorteile hat.“ oder „Dass etwas anderes einen Vorteil gibt.“
Explizite Erklärung mit botanischen Beispielen	Antworten dieses Typs enthalten zwar teilweise auch Begriffe wie ‚Vorteil‘ bzw. ‚positiv‘, beziehen sich aber explizit auf den Bereich der Botanik.	„Dass die Pflanzen sich so verändern für ihre Gunsten.“ oder „Dass Pflanzen eine positive Auswirkung haben.“
Erklärung mit Bezug zu Anpassung	Antworten dieses Typs erklären den Begriff ‚vorteilhaft‘ mit explizitem Bezug zum Anpassungskonzept. Sie interpretieren einen Vorteil für ein Individuum als Anpassung desselben. Bezug	„Es bedeutet für mich, wenn etwas sehr passend ist.“

BEGRÜNDUNGEN *CONCEPT CARTOON*

Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Nichtssagende Begründung	Antworten dieses Typs enthalten Begründungen, die nicht aussagekräftig sind, da sie keine wirkliche Begründung liefern.	„Ich stimme Linda zu, weil es wirklich so sein kann.“ oder „Ich stimme Chris zu, weil er recht hat.“ oder „Ich stimme Alex zu, weil es am logischsten klingt.“
Keine Begründung	Manche Antworten liefern überhaupt keine Begründung. Diese sind in diese Kategorie einzuordnen.	„Ich stimme Marie zu.“
Bezug zu Evolution und Anpassung	Antworten dieses Typs beziehen sich in irgendeiner Art und Weise auf die Themen Evolution und Anpassung, indem sie für diese Vorgänge zentrale Begriffe nennen oder auf wichtige Konzepte bzgl. dieser Themen eingehen. Die Antworten dieses Typs sind jedoch nicht zwingend immer biologisch korrekt und können auch fachlich inkorrekte Schülervorstellungen enthalten (z.B. teleologische und finalistische bzw. anthropomorphe Vorstellungen).	„Ich stimme Chris zu, weil sich die Lebensbedingungen immer verändern.“ oder „Ich stimme Chris zu, weil die Pflanzen nicht merken, wann sie was brauchen.“ oder „Ich stimme Linda zu – die Pflanze hat sich gut angepasst an den Lebensraum.“
Bezug zum Standort und zu den verfügbaren Nährstoffen	Antworten dieses Typs beziehen sich direkt oder indirekt auf den Standort des tropischen Regenwaldes, da sie die dortige Nährstoffverfügbarkeit und deren Bedeutung für die Pflanzen ansprechen. Auch hier können durchaus Antworten vorkommen, die nicht fachlich korrekt formuliert wurden.	„Marie, in den Blättern sind Nährstoffe und die Pflanze kann gut wachsen.“ oder „Ich stimme Linda zu, weil es stimmt, weil sie nicht genug Nährstoffe aus dem Boden holen können.“

BESCHREIBUNG „LITTER-TRAPPER“-PFLANZEN		
Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Erwähnung der Blätter	Antworten dieses Typs erwähnen explizit die Blätter der Pflanzen.	„Sie haben Wurzeln, Stamm und Blätter.“ oder „Die Pflanzen haben große Blätter in einer großen Dichte.“
<i>Unterkategorie:</i> Genauere Beschreibung der Blätter – FORM/GRÖßE/DICHTE	Antworten dieses Typs erwähnen nicht nur die Blätter, sondern beschreiben diese auch näher. Es werden explizit die Form, Größe und/oder Dichte der vorhandenen Blätter erwähnt.	„Sie haben große Blätter und eine ähnliche Form.“ oder „Große Blätter und mehr Blätter.“
<i>Unterkategorie:</i> Genauere Beschreibung der Blätter – ANORDNUNG	Antworten dieser Unterkategorie beschreiben ebenfalls die vorhandenen Blätter näher, fokussieren sich jedoch auf deren Anordnung.	„Jede Pflanze hat eine verschiedene Höhe und jede hat Blätter. Aber die Blätter sind verschieden angeordnet.“
<i>Unterkategorie:</i> Fällt in zwei Unterkategorien	Antworten dieses Typs fallen in beide der oben angeführten Unterkategorien.	„Sie haben alle große, weit wegstehende Blätter.“ oder „Sie haben alle große Blätter, die zur Mitte gehen.“
Erwähnung des gesammelten Humus	Antworten dieses Typs erwähnen den sich auf den Pflanzen befindlichen Humus. In diese Kategorie fallen sowohl Antworten, die den Humus korrekt bezeichnen, als auch Antworten, die lediglich auf die braune Substanz auf den Blättern hinweisen.	„Sie haben breite, dichte Blätter und Humus.“ oder „Sie haben einen Stängel und Blätter und bei allen ist etwas braun eingezeichnet.“

Erwähnung unsichtbarer Bestandteile und Vorgänge	Antworten dieses Typs beziehen sich nicht bzw. nicht nur auf äußerliche Pflanzenmerkmale, die auf den Bildern zu erkennen sind, sondern erwähnen auch nicht sichtbare Pflanzenbestandteile oder Vorgänge, die in botanischem Zusammenhang stehen.	„Sie haben große Blätter, einen Stängel und Fruchtzucker und erzeugen Sauerstoff.“ oder „Sie haben Blätter und Äste. Sie wachsen in der Erde. Sie betreiben Fotosynthese.“
Explizite Erwähnung von „Litter-Trapper“-Pflanzen	In Antworten dieses Typs kommt explizit der Begriff „Litter-Trapper“-Pflanzen vor bzw. eine Abwandlung desselben.	„Sie sind alle „Litter-Trapper“-Pflanzen und sie haben alle große Blätter.

PFLANZEN MIT SPEZIELLEN ANPASSUNGEN		
Bezeichnung/Definition der Kategorie	Codierregeln	Beispiel(e)
Keine Anpassungen bekannt	Antworten dieses Typs geben keine Auskunft über spezielle Anpassungen bei Pflanzen.	„Nein, ich kenne keine.“
Heimische Laub- und Nadelbäume	Antworten dieses Typs nennen heimische Laub- oder Nadelbäume als Bäume mit speziellen Anpassungen.	„Fichte.“ oder „Buche.“
„Blumen“ verschiedenster Art	Antworten dieses Typs nennen „Blumen“ (hier: krautige Blütenpflanzen) verschiedenster Arten als Beispiele für Pflanzen mit besonderen Anpassungen.	„Edelweiß.“ oder „Sonnenblume, sie richtet sich zur Sonne.“
<i>Unterkategorie:</i> Erwähnung der Art der Anpassung	Antworten dieses Typs zählen nicht nur die verschiedenen Anpassungen auf, sondern erwähnen auch, warum und für welche Bedingungen diese wichtig sind bzw. wie diese sich genau darstellen.	„Ja, die Fichte. Sie ist eher in Regionen angepasst, in denen es niedrige Temperaturen und mehr Niederschlag gibt.“

Kategorisierte Schülerantworten des Fragebogens

Begriff ‚Evolution‘

Antwort	Kategorie	Unterkategorie	Zufall erwähnt	Pflanzen erwähnt	Erwähnung von Zeitraum/Lebensraum
Die Entwicklung des Menschen.	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	nein	nein	nein
Evolution bedeutet die Entwicklung eines Lebewesen	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	nein	nein	nein
Die Weiterentwicklung von Lebewesen	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	nein	nein	nein
Die Weiterentwicklung der Erde	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung der Welt/Erde	nein	nein	nein
Die Entwicklung des Menschen	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	nein	nein	nein
Geschlechtsverkehr	x	x	x	x	x
Evolution bedeutend für mich die Entwicklung der Erde.	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung der Welt/Erde	nein	nein	nein
Weiter Entwicklung des Menschen und der Umwelt	Evolution als (Weiter)entwicklung	fällt in beide Unterkategorien	nein	nein	nein
entwicklung von körper oder welt	Evolution als (Weiter)entwicklung	fällt in beide Unterkategorien	nein	nein	nein
Evolution bedeutet für mich Entwicklung.	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Entwicklung	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Veränderung und Anpassung	Evolution als Veränderung/Anpassung		nein	nein	nein

Antwort	Kategorie	Unterkategorie	Zufall erwähnt	Pflanzen erwähnt	Erwähnung von Zeitraum/Lebensraum
Evolution bedeutet für mich Entwicklung. Das passiert zufällig, also die Pflanzen und Tiere merken nichts davon. Die Pflanzen, die am besten angepasst sind überleben am besten.	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	ja	ja	
Das sich die pflanze zufällig weiterentwickelt.	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	ja	ja	nein
Weiterbildung(Entwicklung)	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Weiterbildung	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Veränderung zum Vorteil der Pflanzen. Anpassung an den Lebensraum	Evolution als Veränderung/Anpassung		nein	ja	ja
Evolution bedeutet für mich die Veränderung von Lebewesen in laufe der Zeit	Evolution als Veränderung/Anpassung		nein	nein	ja
Das entwickeln und verändern der erde, der Tiere und der Menschen	fällt in beide Kategorien	fällt in beide Unterkategorien	nein	nein	nein
Wenn sich etwas weiter entwickelt	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Die Entwicklung der Erde	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung der Welt/Erde	nein	nein	nein
Das etwas sich weiterentwickelt	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	nein	nein	nein
Entwicklung der pflanzen, je nach Ort	Evolution als (Weiter)entwicklung	Entwicklung von Lebewesen	nein	ja	ja
die ungewollte Weiterentwicklung	Evolution als (Weiter)entwicklung	keine Unterkategorie	ja	nein	nein

Begriff ‚Anpassung‘

Antwort	Kategorie	Erwähnung, WORAUF sich etwas anpasst
Wenn sich jemand oder etwas den bestimmten Bedingungen anpasst.	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
Wenn sich etwas oder jemand bei einer bestimmten Bedingung anpasst zu dem Lebensraum passen	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
ein Ding besser machen	Erklärung mit passen/passend	ja
Wenn sich etwas oder jemand an etwas anpasst	Erklärung mit Verbesserung/Vorteil	nein
Etwas gleich machen ähnlich	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
Pflanzen, Tiere oder Menschen können sich den verschiedenen Lebensbedingungen anpassen. Das heißt sie können besser überleben.	Erklärung mit Angleichung	nein
Sich an die Umwelt so anpassen dass es der Umwelt gut geht	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
das sich ein körper an dir sachen gewöhnen muss	Sonstiges	ja
Anpassung bedeutet für mich die Umgebung wahrnehmen.	Erklärung mit Gewöhnung	ja
Das man sich dem teretorium anpasst	Sonstiges	ja
vorteilhafte veränderung, dass man besser zur Umwelt passt	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
	fällt in zwei Kategorien (passend und Verbesserung)	ja

Antwort	Kategorie	Erwähnung, WORAUF sich etwas anpasst
Anpassung bedeutet für mich, dass sich die Pflanzen so entwickeln, dass sie gut überleben können.	Erklärung mit Entwicklung	nein
Das sich die pflanze an die Umgebung anpasst	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
Das sich etwas anpasst am Klimawandek	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
Das si etwas anpasst	Erklärung mit Anpassung/anpassen	nein
Verändern dass die pflanze zum Lebensraum passt	Erklärung mit passen/passend	ja
Anpassung bedeutet für mich die Veränderung um besser überleben zu können.	Erklärung mit Verbesserung/Vorteil	nein
Wenn sich etwas an einer bestimmten Bedienung anpasst	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
Wenn sich etwas anpasst so wie Tiere oder Pflanzen oder auch Menschen so das alles eher ähnlich ist	Erklärung mit Angleichung	nein
Wenn sich Jemand oder Etwas an eine bestimmte Sache anpasst	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
das man sich dem umkreis anpasst	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
das man sich je nach, Ort, Klima richtet und sich fuhr diese verhältnisse entwickelt	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja
das man sich den Umfeld entsprechend anpasst	Erklärung mit Entwicklung	ja
	Erklärung mit Anpassung/anpassen	ja

Erwähnung, WER sich an etwas anpasst	Unterkategorie (Wer genau passt sich an etwas an?)	Antwort	Pflanzen erwähnt
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Wenn sich jemand oder etwas den bestimmten Bedingungen anpasst.	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Wenn sich etwas oder jemand bei einer bestimmten Bedingung anpasst	nein
nein		zu dem Lebensraum passen	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	ein Ding besser machen	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Wenn sich etwas oder jemand an etwas anpasst	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Etwas gleich machen ähnlich	nein
ja	Pflanzen/Tiere/Menschen	Pflanzen, Tiere oder Menschen können sich den verschiedenen Lebensbedingungen anpassen. Das heißt sie können besser überleben.	ja
nein		Sich an die Umwelt so anpassen dass es der Umwelt gut geht	nein
ja	Körper	das sich ein körper an dir sachen gewöhnen muss	nein
nein		Anpassung bedeutet für mich die Umgebung wahrnehmen.	nein
nein		Das man sich dem teretorium anpasst	nein
nein		vorteilhafte veränderung, dass man besser zur Umwelt passt	nein

Erwähnung, WER sich an etwas anpasst	Unterkategorie (Wer genau passt sich an etwas an?)	Antwort	Pflanzen erwähnt
ja	Pflanzen/Tiere/Menschen	Anpassung bedeutet für mich, dass sich die Pflanzen so entwickeln, dass sie gut überleben können.	nein
ja	Pflanzen/Tiere/Menschen	Das sich die pflanze an die Umgebung anpasst	ja
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Das sich etwas anpasst am Klimawandek	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Das si etwas anpasst	nein
ja	Pflanzen/Tiere/Menschen	Verändern dass die pflanze zum Lebensraum passt	ja
nein		Anpassung bedeutet für mich die Veränderung um besser überleben zu können.	nein
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Wenn sich etwas an einer bestimmten Bedienung anpasst	nein
ja	Pflanzen/Tiere/Menschen	Wenn sich etwas anpasst so wie Tiere oder Pflanzen oder auch Menschen so das alles eher ähnlich ist	ja
ja	jemand/etwas (nicht genauer definiert)	Wenn sich Jemand oder Etwas an eine bestimmte Sache anpasst	nein
nein		das man sich dem umkreis anpasst	nein
nein		das man sich je nach, Ort, Klima richtet und sich fuhr diese verhältnisse entwickelt	nein
nein		das man sich den Umfeld entsprechend anpasst	nein

Begriff ‚vorteilhaft‘

Antwort	Kategorie
Es bedeutet für mich viele Vorteile zu haben.	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Das es was positives daran gibt	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
dass etwas einen Vorteil hat	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Wenn ein Mensch was gemacht hat und ein andere Mensch das gleich aber nur ein andere Herangehensweise aber ein Mensch hat es vorteilhafter gemacht	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Wenn etwas leichter gemacht ist oder besser	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
das etwas anderes einen Vorteil gibt	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Wenn etwas vorteilhaft ist ist es besser als etwas anderes.	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
x	
das man vorteile hat	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Vorteilhaft bedeutet für mich gut und praktisch.	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Das es jemanden alles zum Vorteil wird also leichter.	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Es hat viele Vorteile	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Antwort	Kategorie
praktisch	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Das die pflanzen sich so verändern für ihre gunsten	expliziter Bezug zu Botanik/Erwähnung positiver Aspekte für Pflanzen
Das Pflanzen eine Positive auswirkung	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
das man eine Vorteil hat	nichtssagende Erklärung mit Vorteil
Es hat Vorteile.	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Wenn etwas besser ist als etwas anderes.	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Das es sehr viel gutes gibt	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Wenn etwas besser gemacht wird	Erklärung mit positiven Adjektiven (leichter, gut/besser, positiv)
Es bedeutet für mich wenn etwas sehr passend ist	Erklärung mit passend/Bezug zu Anpassung
das es besser is wie andere sachen	expliziter Bezug zu Botanik/Erwähnung positiver Aspekte für Pflanzen
das es ein Vorteil wäre gut wäre große Blätter zu haben	expliziter Bezug zu Botanik/Erwähnung positiver Aspekte für Pflanzen
das eine Pflanze einen Vorteil hat	expliziter Bezug zu Botanik/Erwähnung positiver Aspekte für Pflanzen

Concept Cartoon

Antwort	Zustimmung	Begründung
Ich stimme Linda Chris und Marie zu, weil es logisch klingt.	Linda, Chris, Marie	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
Ich stimme Linda zu weil es wirklich so sein kann	Linda	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
Chris	Chris	keine Begründung
ich stimme Alex zu, das die logischste Antwort ist	Alex	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
Alex zu weil es am logischsten klingt	Alex	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
Alex Weil ich seiner Meinung bin und auch denke das nicht genügend Nährstoffe im Boden sind	Alex	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Alex, weil im Text steht, dass im Boden wenig Nährstoffe sind.	Alex	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Ich stimme Marie zu	Marie	keine Begründung
ich stimme zu chris weil er recht hat	Chris	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
Ich stimme Chris zu, weil sich die Lebensbedingungen immer verändern.	Chris	Bezug zu Evolution und Anpassung
Ich stimme Chris zu weil er gesagt hat die Bäume haben sich angepasst damit sie di Bätter auffangen können	Chris	Bezug zu Evolution und Anpassung
Ich stimme Linda zu, die Pflanze hat sich gut Angepasst an den Lebensraum.	Linda	Bezug zu Evolution und Anpassung
Antwort	Zustimmung	Begründung
Ich stimme Marie zu, weil die am besten angepasste Pflanze überlebt.	Marie	Bezug zu Evolution und Anpassung
Ich stimme Chris zu weil die pflanze nicht merken wann sie was brauchen.	Chris	Bezug zu Evolution und Anpassung
Marie	Marie	keine Begründung
ICH stimme zu marie	Marie	keine Begründung
Marie, in den Blättern sind Nährstoffe und die Pflanze kann gut wachsen	Marie	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Ich stimme Linda zu, denn im tropischen Regenwald gibt es wenig Nährstoffe im Boden.	Linda	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Ich stimme Linda zu weil es stimmt weil sie nicht genug Nährstoffe aus dem Boden holen können	Linda	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Ich stimme Alex zu weil, er recht hat die Pflanzen bekommen nicht genug Nährstoffe und darum brauchen sie viele Blätter	Alex	Bezug zu Standort (Nährstoffe)
Ich stimme Chris und Marie zu	Chris, Marie	keine Begründung
Marie hat recht weil sich pflanzen durch die blätter entwikel	Marie	Sonstige Begründung
ich bin lindas Meinung weil sie recht hat	Linda	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")
ich stimme Chris zu, weil er recht hat	Chris	unsinnige Begründung ("weil es logisch klingt", "weil es so ist")

Aufbau „Litter-Trapper“-Pflanzen

Antwort	Erwähnung sichtbarer Bestandteile (Fotosynthese, Sauerstoff, Zucker)	Erwähnung Blätter
Sie haben alle einen braunen Fleck.	nein	nein
Sie haben alle Blätter	nein	ja
Blätter, Stängel	nein	ja
Sie kommen alle aus der Erde	nein	nein
Sie blühen alle drei	nein	nein
wurzeln Stammblätter	nein	ja
Jede Pflanze hat eine verschiedene Höhe und jede hat Blätter. Aber die Blätter sind verschieden angeordnet.	nein	ja
Beide Pflanzen wachsen aus dem Boden,	nein	nein
große blätter habrn rinnr stengel und haben einen fruchtzucker und erzeugen sauerstoff	ja	ja
Sie haben einen Stängel und Blätter und bei allen ist etwas braun eingezeichnet.	nein	ja
Sie haben Blätter und Äste. Sie wachsen in der Erde. Sie betreiben Fotosynthese.	ja	ja
sie haben blätter	nein	ja
Antwort	Erwähnung sichtbarer Bestandteile (Fotosynthese, Sauerstoff, Zucker)	Erwähnung Blätter
Sie haben breite dichte Blätter und Humus.	nein	ja
Alle drei haben große Blätter. Und unten am stamm eine humusschicht	nein	ja
alle haben Blätter,	nein	ja
große Blätter, haben humos	nein	ja
sie haben große Blätter die zur Mitte gehen	nein	ja
Die Pflanzen habe große Blätter in einer großen Dichte. Die Blätter gehen meist von einem Punkt weg.	nein	ja
Sie sind alle Trapper Pflanzen und sie haben alle große Blätter	nein	ja
Es sind alles Pflanzen mit größeren Blättern und sie wollen alle so viele Blätter haben das sie viel Nährstoffe haben	nein	ja
Sie haben große Blätter und eine ähnliche Form	nein	ja
große Blätter und mehr blätter	nein	ja
große Blätter	nein	ja
sie haben alle große weit weg stehende Blätter	nein	ja

Unterkategorie (genauere Beschreibung Blätter)	Antwort	Erwähnung Humus	Erwähnung "Litter-Trapper"-Pflanzen
	Sie haben alle einen braunen Fleck.	ja (nicht genauer)	nein
nein	Sie haben alle Blätter	nein	nein
nein	Blätter, Stängel	nein	nein
	Sie kommen alle aus der Erde	nein	nein
	Sie blühen alle drei	nein	nein
nein	wurzeln Stammblätter	nein	nein
ja (Anordnung)	Jede Pflanze hat eine verschiedene Höhe und jede hat Blätter. Aber die Blätter sind verschieden angeordnet.	nein	nein
	Beide Pflanzen wachsen aus dem Boden,	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	große Blätter haben rinnen Stängel und haben einen fruchtzucker und erzeugen sauerstoff	nein	nein
nein	Sie haben einen Stängel und Blätter und bei allen ist etwas braun eingezeichnet.	ja (nicht genauer)	nein
nein	Sie haben Blätter und Äste. Sie wachsen in der Erde. Sie betreiben Fotosynthese.	nein	nein
nein	sie haben Blätter	nein	nein
Unterkategorie (genauere Beschreibung Blätter)	Antwort	Erwähnung Humus	
ja (Form/Größe/Dichte)	Sie haben breite dichte Blätter und Humus.	ja (korrekte Bezeichnung)	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	Alle drei haben große Blätter. Und unten am Stamm eine Humusschicht	ja (korrekte Bezeichnung)	nein
nein	alle haben Blätter,	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	große Blätter, haben humus	ja (korrekte Bezeichnung)	nein
ja (fällt in zwei Unterkategorien)	sie haben große Blätter die zur Mitte gehen	nein	nein
ja (fällt in zwei Unterkategorien)	Die Pflanzen haben große Blätter in einer großen Dichte. Die Blätter gehen meist von einem Punkt weg.	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	Sie sind alle Trapper Pflanzen und sie haben alle große Blätter	nein	ja
ja (Form/Größe/Dichte)	Es sind alle Pflanzen mit größeren Blättern und sie wollen alle so viele Blätter haben das sie viel Nährstoffe haben	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	Sie haben große Blätter und eine ähnliche Form	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	große Blätter und mehr Blätter	nein	nein
ja (Form/Größe/Dichte)	große Blätter	nein	nein
ja (fällt in zwei Unterkategorien)	sie haben alle große weit weg stehende Blätter	nein	nein

Pflanzen mit speziellen Anpassungen

Antwort	Kategorie	Begründung für Anpassung
Nein	keine	nein
Fichte	heimische Laub- und Nadelbäume	nein
nein	keine	nein
Nein, ich kenne keine.	keine	nein
Ja die Fichte, sie ist eher in Regionen angepasst in den es niedriger Temperaturen und mehr Niederschlag gibt	heimische Laub- und Nadelbäume	ja
nein	keine	nein
Pflanzen im Wasser	Sonstige	nein
Edelweiß	"Blumen" verschiedenster Art	nein
Sonnenblume richtet sich zur Sonne,	"Blumen" verschiedenster Art	ja
Antwort	Kategorie	
Diese Pflanzen mit besonderen Anpassungen kenne ich: Trapper Litter Pflanzen- Sie nehmen Nährstoffe durch Laub, welches sie mit ihren Blättern fangen auf.	"Litter-Trapper"-Pflanzen	ja
Edelweiß. An die Berge und wenig Luft.	"Blumen" verschiedenster Art	ja
Palme,	nicht heimische Bäume	nein
Palme	nicht heimische Bäume	nein
Litter trapping Pflanzen, passen sich an den nährstoffarmen Boden im Regenwald an.	"Litter-Trapper"-Pflanzen	ja
Litter-Trapper Pflanzen: sie kriegen größere Blätter	"Litter-Trapper"-Pflanzen	ja
Trapper Pflanze	"Litter-Trapper"-Pflanzen	nein
Buche	heimische Laub- und Nadelbäume	nein
Trapper Pflanzen	"Litter-Trapper"-Pflanzen	nein
Litter Trapper Pflanzen	"Litter-Trapper"-Pflanzen	nein
Little Trapper Pflanzen	"Litter-Trapper"-Pflanzen	nein
Little Trapper Pflanzen	"Litter-Trapper"-Pflanzen	nein

Interviewleitfaden

Interviewleitfaden

Analyse der Intervention und der Studie im Gesamten, vertiefende/wiederholende Fragen zu Evolution

Erklärungen Interviewer (I)

Vielen Dank, dass du dich bereiterklärst hast, ein vertiefendes Interview mit mir zu führen. Das Interview wird aufgezeichnet, damit ich auch später noch auf die daraus gewonnenen Daten zurückgreifen kann. Die Aufzeichnung steht nur mir und dem Betreuer meiner Masterarbeit zur Verfügung und wird nicht veröffentlicht. Auch deine persönlichen Daten, wie z.B. dein Name, werden in der fertigen Arbeit anonymisiert.

Einstiegsfragen / Eisbrecherfragen

- Wie geht es dir gerade?
 - Wie war der neuerliche Schulanfang für dich?
 - Wie ist jetzt die Situation in der Schule?
 - Wie ist es dir beim Home-Schooling gegangen?
 - Bist du mit den Online-Formaten gut zurecht gekommen oder ist dir analoges Arbeiten mit Zetteln und persönlichem Zusammenkommen lieber?
 - Wie geht es dir damit, dass du jetzt bald aus der Mittelschule kommst?
 - Bist du traurig, dass dein letztes Semester so verlaufen ist?

Persönliche Angaben

Bevor wir starten, erzähle mir bitte ein bisschen über dich (Name, Alter, Klassenstufe). Was machst du gerne, wenn du nicht in der Schule bist? Was sind deine Interessen? Hast du in der Schule ein Lieblingsfach? Bist du gerne in der Natur?

THEMENFELD 1: Evolution / Was aus der Intervention mitgenommen wurde

- Du hast nun im Rahmen dieser Studie einige Stunden zum Thema Pflanzenevolution gearbeitet. Zähle mir eine Sache auf, die du dir aus der letzten Zeit mitgenommen hast und unbedingt merken willst.
 - Warum hast du dir genau diese Sache/Information ausgesucht? Warum denkst du, ist diese Sache/Information am wichtigsten?
- Was waren für dich neue Informationen? Gab es Dinge, die du schon vorher wusstest?
 - JA → Woher wusstest du diese Sachen? Hast du diese Information in deinem Biologieunterricht erhalten?
- In der Intervention ging es hauptsächlich um die sogenannten „Litter-Trapper“-Pflanzen.

- Was verstehst du jetzt – nach der Intervention – unter dem Begriff „Litter-Trapper“-Pflanzen?
- Hattest du von diesen speziellen Pflanzen zuvor schon einmal gehört?
- Welche anderen Pflanzen, die spezielle Anpassungen an bestimmte Umweltbedingungen aufweisen, fallen dir spontan ein?
 - Kennst du vielleicht Tiere mit speziellen Anpassungen?
- Wir haben jetzt immer den Begriff „Anpassung“ verwendet. Kannst du mir vielleicht ganz kurz erläutern, was du jetzt – nach der Intervention – unter dem Begriff „Anpassung“ verstehst?
- Abschließend (zu diesem Themenfeld) möchte ich dich noch fragen: Warum glaubst du, ist der Mechanismus des *litter trapping* (= Sammeln herabfallenden Laubs zum Beziehen von lebenswichtigen Nährstoffen) für die Pflanzen speziell im Regenwald von Vorteil?
 - Was bedeutet dieser Vorteil für die Pflanze? Was resultiert aus diesem Vorteil bzw. wie wirkt sich dieser aus?
 - (Welche Auswirkungen hat dieser Vorteil auf das Überleben der Pflanze und auf ihre Verbreitung bzw. Vermehrung?)
 - Denkst du, Evolution funktioniert bei Pflanzen und bei Tieren auf die gleiche Art und Weise?
 - Schau dir dieses Bild an (unten) und beschreibe mir, was du siehst.
 - Wie glaubst du, ist der lange Hals bei Giraffen entstanden?

THEMENFELD 2: Interessen im Biologieunterricht

- Ich möchte dir nun ein paar allgemeine Fragen zum Biologieunterricht stellen. Erzähle mir, wie du deinen Biologieunterricht empfindest.
- Würdest du sagen, dass Biologie zu deinen Lieblingsfächern zählt?
 - JA → Warum? Was findest du am Biologieunterricht toll?
 - NEIN → Warum nicht? Was stört dich am Biologieunterricht?
- Welche Themen findest du im Biologieunterricht besonders spannend? Welche interessieren dich eher weniger?
- Ganz allgemein gesagt: Habt ihr im Biologieunterricht eher mehr zu Tieren und dem Menschen oder zu Pflanzen gearbeitet?
 - Findest du das gut? Warum (nicht)?
- Arbeitet ihr im Biologieunterricht auch praktisch (Experimente durchführen, Freilandunterricht, Modelle basteln etc.)?
 - JA → Findest du das wichtig? Wieso (nicht)?
 - NEIN → Hättest du dir mehr praktische Arbeiten im Biologieunterricht gewünscht? Warum (nicht)?
- (Welche Art zu arbeiten bevorzugst du (speziell im Biologieunterricht)? Arbeitest du lieber praktisch oder mit dem Buch und dem Heft? Warum?)

THEMENFELD 3: Bisheriger Evolutionsunterricht und Intervention im Vergleich dazu

- Laut Lehrplan sollte Evolution zu Beginn der 3. Klasse im Biologieunterricht unterrichtet werden. Erzähle mir von deinem Evolutionsunterricht.
 - Welche Erinnerungen hast du an diesen? Fandest du ihn spannend oder eher langweilig? War es für dich schwierig, die Konzepte zu verstehen?
- Konntest du einige Inhalte aus deinem Evolutionsunterricht in der Intervention wiederfinden? Erläutere kurz, welche.
 - NEIN → An welche Inhalte aus deinem Evolutionsunterricht erinnerst du dich besonders gut?
- Wurde Evolution in eurem Unterricht nur einmal behandelt oder kam das Thema öfter vor?
- Habt ihr zum Thema Evolution Experimente durchgeführt oder einen Lehrausgang gemacht?
 - JA → Erzähle kurz, welche Experimente oder Lehrausgänge das waren.

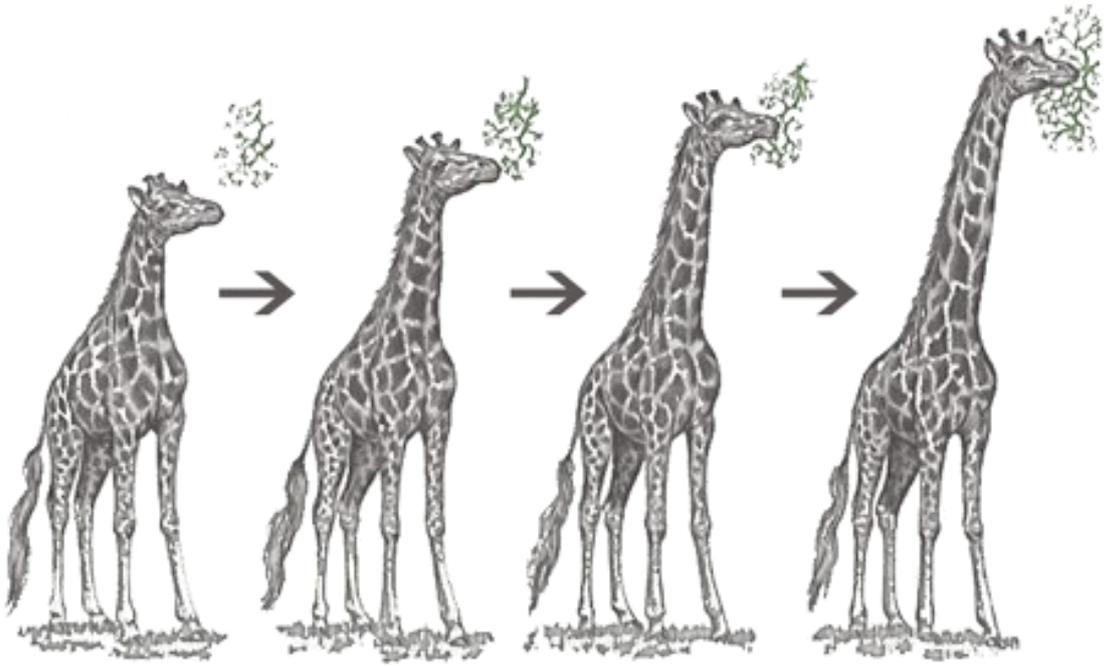
THEMENFELD 4: Stärken und Schwächen der Intervention / Persönliche Meinung

- Zum Abschluss möchte ich gerne noch deine persönliche Meinung zur Studie und der Intervention insgesamt erfahren. Erzähle kurz: Wie ging es dir während der Teilnahme an der Studie?
- Welche Inhalte und Aufgaben fandest du besonders schwierig?
 - Warum waren diese für dich schwierig? Was hättest du gebraucht, um mit diesen Inhalten besser klarzukommen?
- Wenn du an die verschiedenen Methoden denkst, die in der Studie zur Anwendung kamen (Lernvideo, Basteln, Teams-Konferenz, Fragebogen ausfüllen) – Welche Methode erscheint dir besonders nützlich/gewinnbringend, um das Thema Evolution besser zu verstehen? Welche Methode ist für dich nicht so zielführend gewesen? Warum?
- Hast du ganz allgemein Verbesserungsvorschläge für die Durchführung der Studie?
 - JA → Welche sind das und warum?
 - NEIN → Was fandest du an der Intervention besonders gut?
- Erläutere kurz, was du jetzt – nach der Intervention – über Pflanzen denkst.
- Eigentlich wäre geplant gewesen, die Intervention mit einer Schulklasse im botanischen Garten durchzuführen. Denkst du, dass der Kontakt mit „echten“ „Litter-Trapper“-Pflanzen die Intervention noch verbessern könnte?
 - JA → Hältst du den authentischen Kontakt mit Lebewesen im Biologieunterricht für sinnvoll? Warum?

ABSCHLUSSFRAGE: Möchtest du sonst noch irgendetwas anmerken, was wir vielleicht noch nicht angesprochen haben?

Abschluss

Ich möchte mich ganz herzlich für deine Teilnahme am Interview bedanken. Du hast mir damit sehr geholfen. Ich wünsche dir für das restliche Schuljahr und auch für deine kommende schulische Laufbahn alles Gute!



Quelle: https://ontrack-media.net/gateway/biology/g_bm3l2as1.html

Transkripte der Interviews

Transkript Interview 1 (Leonie)

Interviewer ... I

Leonie ... L

1 I: Zum Einstieg mal kurz ein bisschen was über dich, vielleicht dein Alter, deine Hobbys,
2 ob du gern in der Natur bist, ob du Lieblingsfächer hast. Einfach zwei, drei Sachen über
3 dich.

4 L: Ja, also ich bin 14 Jahre alt und ich – also ich geh ganz gern laufen und halt
5 irgendeinen Sport betreiben und auch so ein bisschen musizieren.

6 I: Mhm.

7 L: Und – was, ja, also ich hab' nicht speziell irgendwelche – Lieblingsfächer und es sind
8 ganz viele verschiedene und es kommt auch immer so bei – also auf die Themen an, was
9 grad ist. Ja.

10 I: Mhm.

11 L: Und --- was hab' ich noch ganz gern? ---

12 I: Ganz allgemein gesagt, bist du gern in der Natur?

13 L: - Ja. Also das mach ich schon. Also – auch also beim Sport mach ich das auch viel
14 lieber irgendwo draußen.

15 I: Okay.

16 L: Also das ist mir lieber als zuhause. So im Wald oder so.

17 I: Okay, sehr gut. Danke. Dann --- jetzt nochmal zu dem, was wir in der letzten Zeit
18 gemacht haben. Es ist ja ums Thema Evolution bei Pflanzen gegangen.

19 L: Ja.

20 I: Und vielleicht fällt dir irgendeine Sache ein, einfach irgendeine Information, die du dir
21 mitgenommen hast aus dem Ganzen. --- oder die du dir gemerkt hast.

22 L: Also, ganz gut gemerkt hab' ich mir das, dass sich das – also, dass sie das nicht
23 beeinflussen können, wie sich verändern, sondern das passiert einfach.

24 I: Mhm.

25 L: U n d [langgezogen] --- es ist auch, also, dass das über ganz viele Jahre ist, dass das gar
26 nicht, also nicht schnell geht [lacht nervös].

27 I: Mhm.

28 L: Und [langgezogen] – ja. Und halt die „Litter-Trapper“-Pflanzen --- dass die – weil halt
29 im Urwald gibt's nicht so viel Humus wo sie Nährstoffe hernehmen können und jetzt
30 fangen sie das auf ihren Blättern auf. Und dass sie so halt mehr Nährstoffe haben.

31 I: Mhm. Super, dankeschön. Ähm – Die zweite Frage ist irgendwie sehr ähnlich. Waren
32 irgendwelche Informationen neu für dich?

33 L: [Undefinierbare Geräusche im Hintergrund] --- Also ich hab' die ganzen „Litter-
34 Trapper“-Pflanzen hab' ich gar nicht gekannt – also das hab ich gar nicht gewusst, dass
35 es da sowas gibt.

36 I: Mhm.

37 L: Und so richtig [stark betont] gewusst und gehört – also ich hab' es mir schon ich hab'
38 mir nicht gedacht, dass sie das beeinflussen können, aber dass sie das nicht beeinflussen
39 können, hab' ich auch noch nie richtig gehört.

40 I: Okay.

41 L: Also das war jetzt das erste Mal. Ja.

42 I: Okay. Was „Litter-Trapper“-Pflanzen sind, hast du mir schon erklärt eigentlich. Das
43 heißt –

44 L: Ja [lacht].

45 I: Das brauch ich dich nicht mehr fragen. --- Ähm du hast gesagt, die sammeln Humus
46 beziehungsweise Laub, das zu Humus wird, auf ihren Blättern.

47 L: Ja.

48 I: Was bringt ihnen das jetzt?

49 L: --- Also, dass sie halt die Nährstoffe haben und dann können sie halt auch besser
50 wachsen und – vermehren. – Ja. Und dann geht es ihnen halt besser [lacht nervös]. Ja.

51 I: Mhm. Gut, danke. Ähm – Kennst du vielleicht andere Pflanzen mit irgendwelchen
52 speziellen Anpassungen?

53 L: [Undefinierbare Geräusche im Hintergrund] - Puh. --- Ich weiß, also es gibt glaub' ich
54 irgendwelche Pflanzen, die Insekten auffangen können oder so. Also ja so –

55 I: So fleischfressende Pflanzen?

56 L: [Enthusiastisch] Ja, genau sowas! Die ist ein bisschen ausgefallener [unverständlich].
57 Ja.

58 I: Mhm.

59 L: --- [Macht schmatzendes Geräusch mit ihren Lippen] Ja.

60 I: Passt eh [lacht leise]. Wie schauts mit Tieren aus?

61 L: --- Ob es da

62 I: Ja.

63 L: Anpassungen

64 I: Ja.

65 L: Puh ähm --- ja eh die Giraffe hab' ich gerade auf dem Bild neben mir liegen.

66 I: [Unverständlich].

67 L: Ich glaub' halt auch, dass sie die Blätter besser essen können, haben sie vielleicht so
68 einen langen Hals --- u n d [leise und langgezogen] --- ähm haben sie noch irgendwas? Äh
69 also auch bei also bei vielleicht bei Enten, dass sie so Flossen auch haben dass sie so
70 besser schwimmen können eventuell. Und ja.

71 I: Mhm.

72 L: Ja.

73 I: Ähm – Das Bild gleich, das neben dir liegt.

74 L: Ja?

75 I: Beschreibe einmal ganz kurz, was da drauf ist.

76 L: Ähm also Giraffen, die immer größer werden.

77 I: Mhm.

78 L: Also ja. Also immer höher! Eigentlich. Ja.

79 I: Mhm. Also immer einen längeren Hals.

80 L: Ja. Genau.

81 I: Wie, glaubst du, ist das entstanden?

82 L: [Seufzt].

83 I: Dass früher die Giraffen eher einen kurzen Hals gehabt haben und jetzt eigentlich
84 einen langen.

85 L: --- Ich glaube vielleicht, dass die – Pflanzen generell höher geworden sind auch
86 [fragender Tonfall]. Und dass sie halt auch wieder was essen können, sind sie halt auch –
87 höher geworden.

88 I: Mhm.

89 L: Ja. Oder vielleicht auch, dass sie mehr kriegen? Dass sie also – mehr weil wenn sie
90 unten sind, haben sie nicht so viel Auswahl, wie wenn sie weiter oben sind.

91 I: Mhm.

92 L: Dann können sie von unten und von weiter oben was nehmen.

93 I: Mhm. --- Okay, danke. Ähm und nochmal ganz allgemein: Was verstehst du jetzt nach
94 dem Ganzen unter dem Wort Anpassung?

95 L: --- Ähm also dass immer – dass sie besseren Lebensstil haben und besser überleben
96 können und auch fortpflanzen.

97 I: Mhm.

98 L: [Unverständlich] Und ja.

99 I: Okay, super danke. Das war einmal der erste Teil.

100 L: [Lacht]. Sehr gut.

101 I: Jetzt geht's eigentlich mehr um deine persönliche – Meinung zu verschiedenen
102 Sachen. Und zwar erstens zu Biologie allgemein. Also zum Biologieunterricht. – Ähm

103 I: Ja.

104 L: Welche Themen interessieren dich da besonders? Oder gibt es irgendwas, was dir
105 taugt?

106 I: Ja also – ähm am meisten gefällt mir das Thema Mensch und ich muss sagen, so über
107 Pflanzen und so also überhaupt über Pflanzen informiere ich mich nicht so gern und
108 dann eher kommen noch die Tiere. Also

109 I: Mhm. Also Mensch, Tier, Pflanze.

110 L: Ja, genau.

111 I: Ist so die Abstufung.

112 L: Mhm, ja.

113 I: Und w i e [langgezogen] hat das bei auch ausgeschaut in den vier Jahren NMS, habt ihr
114 da eher mehr zum Menschen oder mehr zu Pflanzen gemacht?

115 L: --- Also – ich glaub' – so – wir haben Pflanzen eher weniger [stark betont] halt eher so
116 Menschen, Tiere.

117 I: Okay.

118 L: Also was, ja.

119 I: Mhm. Ähm – und wie schaut das bei dir aus im Biologieunterricht. – Hilft dir das, wenn
120 ihr was Praktisches macht, wie zum Beispiel Experimente, oder Modelle basteln oder
121 [stark betont] bist du lieber so ein Mensch, der irgendwas im Buch liest oder was drüber
122 schreibt?

123 L: [Undefinierbare Geräusche im Hintergrund]. --- Ähm – es ist ganz verschieden. Also
124 mir hilft es schon auch dann beim Lernen, wenn ich halt ein Bild vor mir habe, wie das
125 jetzt wirklich ist. Also das hilft mir auch. Aber mir hilft es auch ganz gut, wenn jemand es
126 gut erklären kann.

127 I: Okay.

128 L: Ja. Genau.

129 I: Mhm. G u t [langgezogen], dann [undefinierbare Geräusche im Hintergrund] zum
130 Evolutionsunterricht. Wenn's wahr ist, solltet ihr das letztes Jahr gehabt haben.

131 L: Ja, aber nur ein bisschen [stark betont] [lacht].

132 I: Okay, nur ein bisschen. Was hast du so für Erinnerungen an den Evolutionsunterricht?

133 L: --- Huh. Also – so [unverständlich], da haben wir so [unverständlich, stottert] da haben
134 wir so ein Spiel gehabt, so das war was als erstes da war, das Ei oder das Huhn. Da war
135 irgendwas.

136 I: Mhm.

137 L: Da haben wir sowas gemacht. Und – und viel einfach im Buch bearbeitet. Und ja.

138 I: Mhm.

139 L: Da hab' ich mir nicht so richtig viel gemerkt.

140 I: Okay. Und gibt es für dich vielleicht irgendwas aus dem Unterricht, das du jetzt
141 wiederfinden konntest in dem, was du mit uns also was ihr mit mir gemacht habt?

142 L: --- [Atmet laut aus]. Also konkret ist mir jetzt nichts aufgefallen [lacht nervös].

143 I: Mhm.

144 L: --- Aber halt dass schon dass sich alles verändert ein bisschen. Also das Veränderung
145 ist mir halt – ja.

146 I: Mhm. Okay.

147 L: Mhm [sehr leise].

148 I: - Ä h m [langgezogen] und war das bei euch so, dass Evolution wirklich ein
149 abgeschlossenes Thema war – und dann ist es nie wieder vorgekommen oder war es so,
150 dass die Frau xy [Anmerkung: Name der Biologielehrerin der Klasse] schon öfters
151 irgendein Beispiel mit Evolution gebracht hat oder das irgendwann anders erwähnt hat?

152 L: --- Also [lautes Geräusch im Hintergrund] bei also bei mir es war eher abgeschlossen.

153 I: Okay.

154 L: Also so, dass immer wieder Beispiele, so war's eher nicht.

155 I: Okay, mhm. Und jetzt ganz zum Abschluss noch persönliche Meinung zu dem, was ihr
156 mit mir gemacht habt. Ähm –

157 L: Mhm.

158 I: Ganz allgemein, wie ist es dir gegangen während den drei Stunden?

159 L: Ja, also ich hab' es echt einmal sehr spannend [unverständlich] gefunden und das mit
160 dem Versuch und das selber basteln das hab ich echt eine gute Idee [unverständlich]
161 gefunden. Ja und es war voll cool so irgendwie so einmal überlegen, wie das jetzt dann
162 wirklich geht [lacht].

163 I: Mhm.

164 L: Und es war – auch viele neue Dinge dabei, was ich mir gemerkt habe und ja, was ich
165 auch weitererzählen könnte und es war ganz eine spannende Zeit eigentlich [lacht leise].

166 I: Mhm, danke.

167 L: Hat mir gefallen [lacht schüchtern].

168 I: [Lacht]. Und hat es irgendwas gegeben, was dir eher schmerzlich ist?

169 L: --- [Atmet hörbar aus]. Oft auch bei den Fragen so wie das jetzt – ich hab' mir gedacht,
170 ja so ist das, aber ich hab' nicht gewusst richtig, wie ich das jetzt formulieren soll. Also ja.

171 I: Okay, also du meinst die drei Abschlussfragen?

172 L: Ja, also – die – die ähm Online-Test da.

173 I: Ah, den Fragebogen.

174 L: Aso, ja halt den Fragebogen.

175 I: Mhm.

176 L: Ja, genau. Ja.

177 I: Ähm – Dann tun wir da gleich weiter. Wir haben ja verschiedenste Methoden gehabt.
178 Wir haben ein – Lernvideo angeschaut, also ihr habt das angeschaut ganz am Anfang,
179 Fragebogen, dann haben wir gebastelt, Videokonferenz gemacht. Was von diesen
180 Sachen hat dir persönlich am besten getaugt und warum?

181 L: Also die Videokonferenz weil auch eben irgendwer erklärt hat und so gute Beispiele
182 und so.

183 I: Mhm.

184 L: Und das Basteln.

185 I: Okay.

186 L: Da hab' ich – ja, genau.

187 I: U n d [langgezogen] was denkst du von den Methoden ist am nützlichsten, wenn man
188 wem was über Evolution beibringen will?

189 L: --- In der

190 I: Oder was hat dir am meisten

191 L: Ja ich würde eh wieder sagen die zwei Sachen, erklären und selber tun.

192 I: Mhm, okay. Also so eine Kombination aus beidem?
193 L: Ja, genau, ein bisschen so.
194 I: Mhm. Gibt es irgendwas, was du verbessern würdest, wenn man das ein zweites Mal
195 macht? Mit einer anderen Klasse.
196 L: Boah. Hmm – nein, jetzt konkret hab' ich mir nie gedacht ja das würde ich nicht so
197 machen [lacht] oder so. Also – ich glaub' – nein [fragend].
198 I: Okay. --- Und glaubst du [stark betont], dass du jetzt Evolution ein bisschen besser
199 verstehst? Glaubst du
200 L: Ja, auf jeden Fall. Also – da ist sicher was Neues dazugekommen und ein bisschen
201 besser verstehen tu ich es glaub' ich auch.
202 I: Okay. Und dann – Abschlussfrage. Eigentlich wäre es ja geplant gewesen, dass man das
203 Ganze im Botanischen Garten macht. Und da sind dann echte „Litter-Trapper“-Pflanzen
204 zum Abschauen – Glaubst du bringt das was?
205 L: Ä h m [langgezogen] also mir ist es nicht abgegangen, aber ich hab' auch nicht die
206 Chance dazu gehabt. Aber ich glaub', dass es auch so einfach Bilder auch ganz gut
207 helfen.
208 I: Okay.
209 L: Also, ja.
210 I: Und gibt es noch irgendwas, was du sonst noch anmerken möchtest, was ich jetzt
211 vielleicht nicht gefragt habe?
212 L: Woah. Nein also ich hab's cool gefunden und es hat alles gepasst. Ja. Also [lacht laut]
213 ich wüsste nicht, was ich zum Anregen hätte.
214 I: [Lacht].

POSTSKRIPTUM

Leonie wirkte während des gesamten Interviews sehr aufgeweckt und zeigte sich bereitwillig, mir über die verschiedensten Themen Auskunft zu geben. Sie wirkte auf mich zu keiner Zeit nervös oder aufgeregt und es schien ihr nichts auszumachen, mir längere Antworten auf meine Fragen zu geben.

Transkript Interview 2 (Elisabeth)

Interviewer ... I

Elisabeth ... E

- 209 I: Bevor wir starten, erzähl mir vielleicht einmal kurz ein bisschen was über dich selber.
210 So – Hobbys, Interessen, Lieblingsfächer ---
- 211 E: Okay. Also ich bin die Elisabeth, ich bin 14, ich tu in meiner Freizeit gern Klavier
212 spielen u n d [langgezogen] Fußball und Volleyball – und meine Lieblings mein
213 Lieblingsfach ist eigentlich Englisch.
- 214 I: Mhm.
- 215 E: Ja.
- 216 I: Ähm – Bist du gerne in der Natur?
- 217 E: J a [langgezogen], ich geh´ gerne raus [lacht].
- 218 I: Okay. Dann – wenn du dich zurückerinnerst an das, was wir in den letzten drei
219 Stunden glaub´ ich waren´s gemacht haben, gibt es irgendeine Information, die du dir
220 gemerkt hast oder mitgenommen hast?
- 221 E: Bitte was?
- 222 I: In den letzten drei Stunden haben wir ja zum Thema Pflanzenevolution was gemacht.
223 Gibt´s da irgendeine Sache, die du dir gemerkt hast? Irgendwas.
- 224 E: Also es überleben die Pflanzen, die am besten angepasst sind.
- 225 I: Mhm.
- 226 E: An die Umgebung.
- 227 I: Mhm. Und waren für dich neue Informationen dabei?
- 228 E: [Seufzt leise]. Ja – also das, dass es so Pflanzen gibt, die Blätter auffangen, das war mir
229 ganz neu.
- 230 I: Mhm. Also, dass es die Pflanzen überhaupt gibt.
- 231 E: Mhm [lacht leise].
- 232 I: Ähm – Und kannst du dich noch erinnern, wie die Pflanzen heißen?
- 233 E: Ja. „Litter-Trapper“-Pflanzen?
- 234 I: Ja, super. Und was kannst du mir ganz kurz erklären, was die machen?
- 235 E: - Also die fangen andere Blätter auf von anderen Pflanzen und nehmen so die
236 Nährstoffe auf.
- 237 I: Mhm. Und warum ist das – wichtig oder gut für die?

238 E: [Seufzt leise]. Weil im Boden nicht genug Nährstoffe sind. Und so können sie dann halt
239 überleben.

240 I: Genau, super! Ä h m [langgezogen] kennst du irgendwelche anderen Pflanzen mit
241 solchen Anpassungen?

242 E: - Ähm [atmet laut aus] --- Also irgendwie passen sich ja alle Pflanzen an.

243 I: Mhm, ja. Danke. Wie schauts mit Tieren aus? Fällt dir da irgendein Tier ein mit einer
244 speziellen Anpassung?

245 E: --- Ähm [sehr leise] --- [lacht nervös] Also Füchse oder so.

246 I: Mhm. Was an was sind die angepasst?

247 E: An die Umgebung halt, an die Natur so.

248 I: Mhm.

249 E: Dass sie sich tarnen können, mit der Farbe und so.

250 I: Mhm. Irgendwo müsste ein Bild liegen, ein ausgedrucktes.

251 E: Das?

252 I: Ist da eine Giraffe drauf? Ja, genau.

253 E: Ja, genau [lacht].

254 I: Kannst du mir einmal ganz kurz beschreiben, was du da drauf siehst?

255 E: Also vier Giraffen.

256 I: Mhm.

257 E: Die erste da ist am kleinsten und die wird halt immer größer.

258 I: Mhm.

259 E: Und da oben sind – Blätter, die sie fressen will.

260 I: Mhm, mhm.

261 E: Ja und am Schluss [unverständlich], also sie wird immer größer, dass sie weiter
262 raufkommt zu den Blättern.

263 I: Mhm. Die ganz linke Giraffe – so haben die Giraffen früher ausgeschaut. – Und jetzt im
264 Vergleich zu früher haben sie einen längeren Hals bekommen. – Wie glaubst du, ist das
265 passiert? Wie ist das entstanden?

266 E: Also vielleicht haben sie nicht genug Nahrung gehabt und der Hals ist länger
267 geworden, damit sie weiter hinaufkommen.

268 I: Mhm.

269 E: Und dort auch noch Blätter essen können.

270 I: Mhm. – Gut. Danke. Ähm zum Abschluss nochmal. Was verstehst du unter dem Begriff
271 Anpassung?

272 E: --- Einfach, dass es halt praktisch und gut ist für die Tiere zum Überleben.

273 I: Mhm.

274 E: In der Umgebung.

275 I: --- Gut, dann geht es jetzt noch ein bisschen allgemein um deine Meinung. Zuerst
276 einmal zum Biologieunterricht. Kannst ruhig offen und ehrlich sein. Würdest du sagen,
277 dass Biologie zu deinen Lieblingsfächern zählt? Oder eher nicht?

278 E: Mh, also – ganz normal. Ich mag es jetzt nicht so [stark betont] gern, aber es ist auch
279 nicht ganz schlecht [lacht laut].

280 I: Okay. Gibt es irgendwelche Themen, die du besonders spannend findest in Biologie?

281 E: A l s o [langgezogen] mehr was mit dem Menschen und so und nicht so Pflanzen
282 [lacht].

283 I: Mhm. Wie war so die Verteilung bei euch in den vier Jahren? Habt ihr eher mehr zu
284 Tieren und dem Menschen gemacht oder zu Pflanzen?

285 E: --- Eigentlich – ich glaub' ein bisschen mehr zu Tieren und Mensch.

286 I: Okay. Und wie schaut das bei dir aus, bist du eher so der Typ, dem das hilft, wenn man
287 praktische Sachen macht in Biologie, zum Beispiel was basteln oder Experimente oder
288 bist du eher so der Typ, dem das gut passt, wenn man was im Buch liest oder was dazu
289 schreibt?

290 E: Also ich finde so praktische Sachen helfen schon, weil das ist einfach
291 abwechslungsreicher.

292 I: Mhm.

293 E: Und nicht fad.

294 I: Mhm. Ä h m [langgezogen] dann erinnere dich bitte kurz einmal zurück an die dritte
295 Klasse. Da habt ihr das Thema Evolution behandelt. --- Hast du irgendwelche
296 Erinnerungen daran?

297 E: --- Ja, also wir haben da eigentlich nicht so [stark betont] viel dazu gemacht.

298 I: Mhm.

299 E: Nur so eine Freiarbeit.

300 I: Mhm.

301 E: Aber irgendwie so einen Spruch *Survival of the fittest* so.

302 I: Ja.

303 E: [Lacht].

304 I: Okay. Und gibt es irgendwas aus der Zeit oder irgendeine Information aus dem
305 Evolutionsunterricht, die du jetzt wiederfinden konntest in dem was ihr mit mir gemacht
306 habt?

307 E: Einfach ja, so dass sich halt die be am besten angepassten Pflanzen überleben und
308 sich das immer alles weiterentwickelt.

309 I: Mhm. U n d [langgezogen] habt ihr – zu dem Thema Evolution auch was Praktisches
310 gemacht, irgendwelche Spiele, Experimente – Ausflüge? ---

311 E: Ich glaube, wir haben einmal so ein Spiel gemacht mit so Tieren irgendwas aber --- das
312 weiß ich nicht mehr genau. – Und dann halt ja so ein Plakat gestaltet mit so Zeitstreifen
313 wie sich das entwickelt hat.

314 I: Mhm. Okay. [Schmatzt] Ähm und war das bei euch so, dass Evolution ein
315 abgeschlossenes Thema war – in der dritten Klasse oder war es so, dass es immer wieder
316 einmal vorgekommen ist?

317 E: --- Also eigentlich nur jetzt bei dem, was wir mit dir gemacht haben [lacht].

318 I: Okay.

319 E: Sonst nicht so [lacht noch immer].

320 I: Okay. Also jetzt und in der dritten Klasse.

321 E: Ja, genau!

322 I: Okay. Und zum Abschluss noch – möchte ich noch deine persönliche Meinung erfahren
323 zu dem, was ihr mit mir gemacht habt. Du kannst wieder offen und ehrlich sein [lacht].

324 E: Ja, also mir hat das gut gefallen – und es war finde ich alles voll lieb überlegt und so
325 [lacht].

326 I: [Lacht]. Okay, danke! [Beide lachen]. Wie ist es dir dabei gegangen während den drei
327 Stunden?

328 E: - Ja gut, also hat Spaß gemacht.

329 I: Okay. Hat es irgendwas gegeben, was dir schwergefallen ist?

330 E: --- Mh nein, eigentlich hat's gepasst.

331 I: Okay. Und jetzt wenn du noch einmal kurz an die verschiedenen Methoden denkst, die
332 wir gemacht haben also es hat ja ein Video gegeben ganz am Anfang, dann den
333 Fragebogen, die Videokonferenz mit mir dann – und das Basteln. Was von den Sachen
334 war für dich am hilfreichsten zum Lernen?

335 E: Also wenn es jemand erklärt, so wie bei der Videokonferenz.

336 I: Mhm.

- 337 E: Oder auch das Basteln – wo man selber das – macht.
- 338 I: Mhm. Ä h m [langgezogen] gibt's irgendwelche Verbesserungsvorschläge, wenn ich
339 das jetzt irgendwann noch einmal machen würde mit einer Klasse?
- 340 E: --- Nein, ich finde einfach so, dann passt es wieder [lacht].
- 341 I: Okay [lacht]. Dankeschön! Ähm – glaubst du hat dir das geholfen, dass du Evolution
342 ein bisschen besser verstehst?
- 343 E: --- Ja, ich glaub schon. Vor allem der Versuch da mit den Pflanzen halt.
- 344 I: Mhm. U n d [langgezogen] zum Abschluss noch die letzte Frage. Eigentlich wäre es ja
345 geplant gewesen, das Ganze im botanischen Garten zu machen und da hättet ihr dann
346 nicht nur Fotos gesehen von den „Litter-Trapper“-Pflanzen, sondern wirkliche Pflanzen.
347 Glaubst du, bringt das noch irgendwas für das Verständnis?
- 348 E: Ja, vielleicht merkt man es sich dann besser, wenn man es echt gesehen hat, aber –
349 ich finde mit den Fotos geht es eigentlich auch gut.
- 350 L: Mhm. – Sonst noch irgendwas, was du vielleicht anmerken möchtest, was ich jetzt
351 nicht gefragt habe?
- 352 E: Nein, eigentlich nicht [lacht].

POSTSKRIPTUM

Elisabeth wirkte zu Beginn etwas schüchtern auf mich. Sie sprach relativ leise, was es mir oft schwer machte, ihre Aussagen zu verschriftlichen. Im Laufe des Interviews konnte ich jedoch feststellen, dass Elisabeth auftaute und sich an die Gesprächssituation gewöhnte, was sich auch anhand ihrer lauter werdenden Stimme manifestierte.

Transkript Interview 3 (Markus)

Interviewer ... I

Markus ... M

349 I: Zum Einstieg – erzähl' mir vielleicht einmal ein bisschen was über dich selber. Hobbys,
350 Interessen, Lieblingsfächer, was dir so einfällt.

351 M: --- Ich spiele Trompete.

352 I: Mhm.

353 M: In der [unverständlich, eventuell etwas wie Musikkapelle].

354 I: Mhm.

355 M: Meine Lieblingsfächer sind --- Geschichte. – Und --- [lacht unsicher].

356 I: [Lacht]. Würdest du sagen, dass du gern in der Natur bist?

357 M: --- Nicht so viel.

358 I: Nicht so viel. Okay. Ähm – wenn du dich zurückerinnerst an die letzten drei Stunden,
359 beziehungsweise bei euch ist es ja schon ein bisschen länger her, aber an das, was ihr
360 mit mir gemacht habt, gibt es da irgendeine Information oder Sache, die du dir gemerkt
361 hast?

362 M: - Dass sich die nicht – Dass sich die nicht verändern wie sie wollen, sondern das
363 passiert einfach.

364 I: Mhm. Die Pflanzen meinst du?

365 M: [Unverständlich, vermutlich Zustimmung].

366 I: Und waren für dich neue Informationen dabei oder war das, dass du sagst ja, das hab'
367 ich eigentlich alles schon mal gehört?

368 M: Nein, es war schon viel neu.

369 I: Mhm, viel neu. Kannst du dich noch erinnern, wie die Pflanzen geheißen haben, um
370 die es gegangen ist?

371 M: --- Die – „Litter-Trapper“?

372 I: Ja, sehr gut! Kannst du mir vielleicht kurz erklären, was die machen?

373 M: - Die fangen den Laub von den anderen Bäumen auf, dass sie einen Humus kriegen.

374 I: Mhm. Und warum ist das gerade im Regenwald – vorteilhaft?

375 M: Der Boden hat wenig – Nährstoffe.

376 I: Mhm.

377 M: Darum [unverständliches Murmeln].

378 I: Mhm. Ke äh kennst du irgendwelche anderen Pflanzen, - die irgendwelche speziellen
379 Anpassungen haben?

380 M: --- Eigentlich nicht recht.

381 I: Okay. Und Tiere vielleicht?

382 M: Jetzt fällt mir auch nichts ein [lächelt].

383 I: Mhm. Passt auch. Irgendwo neben dir müsste ein ausgedrucktes Foto liegen.

384 M: Ja.

385 I: Ja. Beschreib' mir einmal kurz, was da drauf ist.

386 M: - Die Giraffe hat einen längeren Hals gekriegt, dass sie an die höheren Blätter kommt.

387 I: Mhm. Wie – glaubst du oder wie stellst du dir vor, ist das entstanden, der längere
388 Hals?

389 M: [Geräusche im Hintergrund]. Das hat lange gedauert. Weil die unteren Blätter haben
390 die anderen Tiere immer weggefressen und dass die noch was [unverständlich] so
391 entwickelt und weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben.

392 I: Mhm. Gut, dankeschön. Ähm nochmal zum Abschluss. Was verstehst du unter dem
393 Begriff Anpassung? Ganz allgemein.

394 M: Dass sie sich an die Umstände vom Lebensraum oder so bessern, dass es dann besser
395 zusammenpasst alles.

396 I: Mhm. – Gut. Dann frag' ich dich noch ein bisschen was über deine persönliche
397 Meinung zu verschiedenen Sachen. Also da gibt es jetzt kein Richtig und kein Falsch.
398 Erstens einmal – ähm zum Biologieunterricht. Würdest du sagen, dass Biologie eines von
399 deinen Lieblingsfächern ist? Oder eher nicht?

400 M: [Lautes Geräusch im Hintergrund]. Eher nicht, wir haben nicht so [stark betont] viel
401 gemacht.

402 I: Okay. Gibt es trotzdem irgendwelche Themen, die du besonders spannend findest – in
403 Bio?

404 M: --- Ähm [sehr leise] --- [unverständlich].

405 I: Oder wenn nicht, dann irgendetwas, was dich nicht [stark betont] interessiert – und
406 warum?

407 M: Was mich nicht so interessiert ist das mit den ganzen --- ich weiß gar nicht, das –
408 Meeresding.

409 I: Mhm, Meer, okay.

410 M: Pflanzen und das – Meer und so, das ist eher nicht so – meins.

411 I: Also wenn du dich entscheiden müsstest, eher Tiere und Mensch.
412 M: Ja.
413 I: Und weniger Pflanzen.
414 M: Ja, das schon.
415 I: Okay. Und wie schaut das bei dir aus, bist du eher so ein Typ, dem das hilft, wenn man
416 etwas Praktisches macht in Biologie, wie z.B. Basteln oder Experimente oder lernst du
417 besser, wenn das einfach im Buch durchgelesen wird oder man was dazu schreibt?
418 M: --- Ich glaub' schon, dass das hilft, wenn man etwas dazu macht, weil das vergess' ich
419 jetzt nicht mehr.
420 I: [Lacht]. Gut, das freut mich. Ähm – voriges Jahr habt ihr Evolution – also
421 Evolutionsunterricht gehabt.
422 M: Mhm.
423 I: Kannst du dich noch da an irgendetwas erinnern?
424 M: Wir haben auf eine Tafel sowas angesteckt, wie der – wie die Evolution
425 weitergegangen ist.
426 I: Mhm.
427 M: Mit verschiedenen Lebewesen.
428 I: Mhm.
429 M: Und dass sich die halt auch verändern.
430 I: Mhm.
431 M: Genau.
432 I: Also so eine Art Zeitleiste irgendwie?
433 M: Ja! Sowas war das.
434 I: Okay. Und habt ihr da irgendwas Praktisches gemacht, eben irgendwelche Spiele, oder
435 – was gebastelt oder Ausflüge?
436 M: --- Ich glaub', dass das was mit dem Evolution zu tun gehabt hat. So ein Spiel, der
437 eine äh ist ein Huhn und der andere auch. Die spielen jetzt Schere-Stein-Papier und die
438 werden dann und der der gewinnt wird weiterentwickelt und der andere muss eine
439 Stufe zurückgehen.
440 I: Ah okay, cool. Ähm – war das bei euch so, dass Evolution nur in der dritten Klasse
441 unterrichtet worden ist als abgeschlossenes Thema – oder war es so, dass das immer
442 wieder mal vorgekommen ist?
443 M: Es war so ein bisschen nebenbei überall, aber hauptsächlich in der dritten.

444 I: Okay. Ä h m [langgezogen] – gibt es irgendwas aus dem Evolutionsunterricht, das du
445 jetzt wiederfinden konntest, in dem, was ihr mit mir gemacht habt?

446 M: Dass sich die verändern, die Sachen.

447 I: Okay, also Veränderung. Und zum Abschluss noch die deine persönliche Meinung zu
448 dem – was ihr mit mir gemacht habt. Ganz allgemein, wie ist es dir dabei gegangen?

449 M: - Es war schon man hat gleich gesehen, was der Unterschied ist.

450 I: Mhm.

451 M: Und man merkt sich jetzt sicher v vieles [stottert] leichter wie wenn man es nur liest.

452 I: Mhm.

453 M: [Unverständlich, schnell gesprochen] halt was anderes, wenn man es selber probiert,
454 wie es besser geht.

455 I: Mhm. Hat es irgendwas gegeben, was dir besonders schmergefallen ist?

456 M: --- Nein, eigentlich nicht.

457 I: Okay. Ähm – Wenn du jetzt zurückdenkst an die verschiedenen Methoden. Wir haben
458 ja gehabt ein Lernvideo, das habt ihr euch angeschaut. Dann den Fragebogen, das
459 Basteln, die Videokonferenz wo ich am Tablet war. Was von den Sachen war für dich
460 persönlich am hilfreichsten?

461 M: - Das Video anschauen.

462 I: Ganz am Anfang.

463 M: Ja, das war eigentlich – [unverständlich].

464 I: Mhm, und warum?

465 M: Weil man es da sieht und dann hört man es nebenbei auch gleich nochmal, dann
466 kann man das vom Zu Zusammenhang [stottert] gleich – man kennt sich dann einfach
467 leichter aus.

468 I: Mhm. Ähm gibt es von dir irgendwelche Verbesserungsvorschläge? Wenn du dir jetzt
469 vorstellst, ich mache das vielleicht nächstes Jahr noch einmal mit irgendeiner anderen
470 Klasse. Irgendwelche Tipps vielleicht?

471 M: --- Dass man die Blätter alle gleich fallen lassen muss und nicht einzeln dann so.

472 I: Mhm. Also so, wie wir es am Schluss gemacht haben eigentlich.

473 M: Ja.

474 I: Glaubst du war das Ganze hilfreich für dein Verständnis von Evolution?

475 M: Ja.

476 I: Also glaubst du, du weißt jetzt mehr als vorher?

- 477 M: Mhm.
- 478 I: Fällt dir da irgendein Beispiel ein, was du vorher nicht so wirklich gewusst hast?
- 479 M: Dass die das halt nicht von selber machen – und dass des extrem lange dauert.
- 480 Okay, mhm. Und Abschlussfrage: Eigentlich war das ja geplant, dass man das Ganze im
481 Botanischen Garten durchführt, wo man dann nicht nur Fotos hat von den „Litter-
482 Trapper“-Pflanzen, sondern wirklich die Pflanzen. Glaubst du, bringt das noch irgendwas
483 für das Verständnis?
- 484 M: Man kann es sich dann besser vorstellen, wie es wirklich aussieht.
- 485 I: Mhm.
- 486 M: Weil's bis jetzt halt nur 2D-Zeichnungen waren.
- 487 I: Mhm. Also du glaubst schon, dass es noch besser wäre, wenn man wirklich die
488 Pflanzen sieht?
- 489 M: Ja.
- 490 I: Mhm. Gibt es noch irgendwas, was du noch anmerken willst, was ich vielleicht jetzt
491 nicht speziell gefragt habe?
- 492 M: Nein eigentlich – nicht.

POSTSKRIPTUM

Markus wirkte ebenfalls schüchtern und zu Beginn vielleicht auch etwas gelangweilt auf mich. Im Vergleich zu den anderen beiden Antworten waren Markus' Antworten bei Weitem die kürzesten. Oft schien es mir, als würde Markus nur so viel sagen, wie unbedingt notwendig. Dennoch gab es auch einzelne Themen, zu denen Markus mehr zu sagen wusste, was mir zeigte, dass er trotz allem konzentriert bei der Sache war.

Redigierte Aussagen der Interviews

Redigierte Aussagen Interview 1 (Leonie)

(1-4): Ich bin 14 Jahre alt und betreibe gerne Sport. {Am Liebsten} gehe ich laufen. Ich musiziere auch ein bisschen.

(6-8): Ich habe keine speziellen Lieblingsfächer, {ich mag} ganz viele verschiedene Fächer. {Außerdem} kommt es auch immer auf die Themen an, {was ich spannend finde}.

(10-15): Also die Natur habe ich schon {ganz gerne}. Auch Sport mache ich viel lieber irgendwo draußen als zuhause. {Am Liebsten} im Wald.

(16-29): {Ich habe mir aus den letzten Einheiten zum Thema Evolution bei Pflanzen mitgenommen und ganz gut gemerkt, dass} sie [meint vermutlich Pflanzen] nicht beeinflussen können, wie sie sich verändern, sondern dass das einfach passiert. {Außerdem habe ich mir gemerkt, dass Evolution} über viele Jahre hinweg passiert und nicht schnell geht. {Auch gemerkt habe ich mir} die „Litter-Trapper“-Pflanzen und dass es im Urwald nicht so viel Humus gibt, aus dem sie Nährstoffe nehmen können. Deshalb fangen sie das [meint vermutlich Laub] auf ihren Blättern auf und haben so mehr Nährstoffe.

(30-40): {Neue Informationen waren für mich} die „Litter-Trapper“-Pflanzen generell, die habe ich vorher gar nicht gekannt und auch nicht gewusst, dass es sie gibt. Ich habe mir zwar gedacht, dass sie das [meinte vermutlich Pflanzen und ihre Weiterentwicklung] nicht beeinflussen können, aber ich habe es noch nie so richtig gehört.

(43-48): {Das Sammeln von Laub auf ihren Blättern ist gut für die „Litter-Trapper“-Pflanzen, weil} sie dadurch mehr Nährstoffe haben. Dadurch können sie auch besser wachsen und sich besser vermehren. Und es geht ihnen einfach besser.

(49-56): {Andere Pflanzen mit speziellen Anpassungen sind} solche Pflanzen, die Insekten auffangen können [meint fleischfressende Pflanzen]. Die sind ein bisschen ausgefallener.

(57-67): {Ein Tier mit einer speziellen Anpassung} ist die Giraffe. Damit sie die Blätter besser essen kann, hat sie einen langen Hals. Und Enten haben spezielle Flossen, damit sie besser schwimmen können.

(70-89): {Auf dem Bild} sind Giraffen, die immer größer, also immer höher werden und einen immer längeren Hals haben. Früher hatten die Giraffen also eher einen kurzen Hals und jetzt einen langen. Ich glaube, dass die Pflanzen generell höher geworden sind. Damit die Giraffen wieder etwas essen können und mehr Futter kriegen, sind sie auch höher geworden. Wenn die Giraffen klein sind und nur die unteren Blätter fressen können, haben sie nicht so viel Auswahl, wie wenn sie höher sind. Mit langem Hals können sie von unten und von weiter oben Futter nehmen.

(90-95): {Unter dem Wort Anpassung verstehe ich, dass} sie [es geht nicht hervor, ob hier Pflanzen oder Tiere gemeint sind] einen besseren Lebensstil haben, besser überleben können und sich auch besser fortpflanzen.

(98-108): {Im Biologieunterricht interessieren mich besonders Themen} wie der Mensch. Ich muss sagen, dass ich mich über Pflanzen nicht so gerne informiere. Vorher kommen eher noch die Tiere. {Die Abstufung ist also Mensch, Tier, Pflanze}.

(109-114): {In den vier Jahren NMS haben wir in Biologie} zu Pflanzen eher weniger gemacht. Wir haben eher zu Menschen und Tieren gearbeitet.

(115-123): {Mein Arbeitsstil im Biologieunterricht ist} ganz verschieden. Mir hilft es schon beim Lernen, wenn ich {etwas Praktisches mache, wie z.B. Modelle basteln} und dann ein Bild vor mir habe, wie das jetzt wirklich ist. Aber es hilft mir auch ganz gut, wenn jemand etwas gut erklären kann.

(118-134): Wir hatten {im letzten Jahr} nur ein bisschen {Evolutionsunterricht}. {Ich erinnere mich} an ein Spiel, das wir gespielt haben. Da ging es darum, was als erstes da war, das Ei oder das Huhn. Und außerdem haben wir {zum Thema Evolution} einfach viel im Buch bearbeitet. Da habe ich mir nicht so richtig viel gemerkt.

(135-142): Konkret ist mir nichts aufgefallen, {was ich aus dem Evolutionsunterricht in der Intervention der Studie wiederfinden konnte}. Aber natürlich schon, dass sich alles ein bisschen verändert. Also die Veränderung ist mir schon aufgefallen.

(143-149): Bei mir war {Evolution eher ein abgeschlossenes Thema}. Also es war nicht so, dass immer wieder Beispiele im Unterricht gekommen sind.

(150-162): Ich habe {die drei Stunden der Intervention} echt sehr spannend gefunden. Der Versuch und das Selber-Basteln waren für mich echt eine gute Idee. Es war voll cool, einmal zu überlegen, wie das [meint vermutlich Evolution und den Aufbau einer „Litter-Trapper“-Pflanze] jetzt wirklich geht. Es waren auch viele neue Dinge dabei, die ich mir gemerkt habe und jetzt auch weiter erzählen könnte. Es war eine ganz spannende Zeit.

(163-171): Die Fragen des Online-Tests {sind mir eher schwergefallen}. Ich habe mir oft gedacht ‚Ja, so ist das!‘, aber habe dann nicht gewusst, wie ich das richtig formulieren soll.

(172-188): {Von den bei der Intervention verwendeten Methoden} hat mir persönlich die Videokonferenz am besten gefallen, weil da jemand erklärt hat und so gute Beispiele gebracht hat. Das Basteln hat mir auch {gut gefallen}. {Wenn man jemandem etwas über Evolution beibringen will}, halte ich auch diese zwei Sachen, also erklären und selber tun, für am nützlichsten.

(189-192): Konkret gibt es nichts, was ich {an der Intervention verbessern würde}. Ich habe mir nie gedacht ‚Ja, das würde ich nicht so machen‘.

(193-196): Ich glaube auf jeden Fall, dass ich {Evolution jetzt ein bisschen besser verstehe}. Es ist sicher was Neues dazugekommen und ein bisschen besser verstehe ich es jetzt glaube ich auch.

(197-203): Ich glaube, es ist mir nicht abgegangen, {dass ich keine echten „Litter-Trapper“-Pflanzen gesehen habe}. Aber ich habe auch nicht die Chance dazu gehabt. Aber ich glaube, dass auch Bilder ganz gut helfen.

(204-208): Ich habe es [bezieht sich auf die Intervention] cool gefunden und es hat alles gepasst. Ich wüsste nicht, was ich {sonst noch anmerken könnte}.

Redigierte Aussagen Interview 2 (Elisabeth)

(209-215): Ich bin die Elisabeth, ich bin 14 und spiele in meiner Freizeit gerne Klavier, Fußball und Volleyball. Mein Lieblingsfach ist eigentlich Englisch.

(216-217): Ich {bin gerne in der Natur} und gehe gerne raus.

(218-226): {Aus den letzten drei Stunden habe ich mir besonders gut gemerkt, dass} die Pflanzen überleben, die am besten an die Umgebung angepasst sind.

(227-231): {Eine neue Information war für mich, dass} es Pflanzen gibt, die Blätter auffangen. Dass es solche Pflanzen überhaupt gibt, das war mir neu.

(232-236): {Diese Pflanzen heißen} „Litter-Trapper“-Pflanzen. Sie fangen Blätter von anderen Pflanzen auf und nehmen so Nährstoffe auf. {Das ist wichtig für sie, weil} im Boden nicht genug Nährstoffe sind und sie so besser überleben können.

(240-242): Also irgendwie passen sich ja alle Pflanzen an [auf die Frage hin, ob sie auch andere Pflanzen mit speziellen Anpassungen kenne].

(243-249): {Als ein Tier mit einer speziellen Anpassung fällt mir der Fuchs ein}. {Füchse sind angepasst} an die Umgebung und an die Natur, damit sie sich mit ihrer Farbe tarnen können.

(250-269): {Auf dem Bild sind} vier Giraffen. Die erste ist am kleinsten und die wird immer größer. Und oben sind Blätter, die sie fressen will. Die Giraffe wird also immer größer, damit sie weiter raufkommt zu den Blättern. {Der längere Hals bei den heutigen Giraffen ist entstanden, weil} sie nicht genügend Nahrung gehabt haben. Dann ist der Hals länger geworden, damit sie weiter hinaufkommen und dort auch noch Blätter essen können.

(270-274): {Unter dem Begriff Anpassung verstehe ich, dass} es [nicht näher definiert] praktisch und gut für das Überleben der Tiere in einer bestimmten Umgebung ist.

(275-279): {Biologie ist für mich} ein ganz normales Fach. Ich mag es jetzt nicht so gerne, aber es ist auch nicht ganz schlecht.

(280-281): {Besonders spannend finde ich Themen} rund um den Menschen und nicht so sehr Pflanzen.

(282-284): {In den vier Jahren} haben wir eher ein bisschen mehr zu Tieren und dem Menschen gemacht.

(285-290): Ich finde praktische Sachen, {wie z.B. Basteln oder Experimente}, helfen schon, weil es dann einfach abwechslungsreicher und nicht fad ist.

(291-299, 305-309): {Ich habe nicht so viele Erinnerungen an die dritte Klasse, wo wir das Thema Evolution behandelt haben}. Da haben wir nicht so viel dazu gemacht, nur eine Freiarbeit und einen Spruch: ‚*Survival of the fittest*‘. Einmal haben wir auch so ein

Spiel gespielt mit Tieren, aber das weiß ich nicht mehr genau. Und ein Plakat mit Zeitstreifen gestaltet, wie sich alles entwickelt hat.

(300-304): {In der Intervention wiederfinden konnte ich aus dem Evolutionsunterricht die Information, dass} die am besten angepassten Pflanzen überleben und dass sich immer alles weiterentwickelt.

(310-317): {Eigentlich war Evolution bei uns ein abgeschlossenes Thema}. Es ist nur {in der dritten Klasse} vorgekommen und bei dem, was wir mit dir gemacht haben.

(318-324): {Meine persönliche Meinung zur Studie ist, dass} es mir gut gefallen hat. Ich finde, es war alles voll lieb überlegt. {Mir ist es während den Stunden gut gegangen}, es hat Spaß gemacht.

(325-326): {Mir fällt nichts ein, was mir schwergefallen ist}. Eigentlich hat es gepasst.

(327-333, 337-339): {Von den verschiedenen Methoden waren für mich} die Videokonferenz, wo jemand erklärt, oder auch das Basteln, wo man etwas selber macht, {am hilfreichsten zum Lernen}. Ich glaube schon, {dass mir das Projekt geholfen hat, Evolution ein bisschen besser zu verstehen}. Vor allem der Versuch mit den Pflanzen.

(334-336): {Ich habe keine Verbesserungsvorschläge}. Ich finde, wenn man es so macht, dann passt es wieder.

(340-345): {Ich glaube schon, dass echte „Litter-Trapper“-Pflanzen noch hilfreich für das Verständnis sein könnten}. Vielleicht merkt man es sich dann noch besser, wenn man es in Echt gesehen hat. Aber ich finde, mit den Fotos geht es eigentlich auch ganz gut.

(346-348): Eigentlich {möchte ich nichts mehr anmerken}.

Redigierte Aussagen Interview 3 (Markus)

(349-355): Ich spiele Trompete in der Musikkapelle. Mein Lieblingsfach ist Geschichte.

(356-358): Ich bin nicht so viel {in der Natur}.

(358-364): {Ich habe mir aus den letzten drei Stunden gemerkt, dass} sich die {Pflanzen} nicht verändern, wie sie wollen, sondern dass das einfach passiert.

(365-367, 473-474): {Es waren für mich} schon viele neue {Informationen} dabei. {Vorher habe ich nicht gewusst, dass} die das nicht von selber machen [bezieht sich auf Pflanzen und ihre Weiterentwicklung] und dass das extrem lange dauert [bezieht sich auf den Prozess der Anpassung].

(368-376): Die „Litter-Trapper“ fangen Laub von den anderen Bäumen auf, damit sie Humus kriegen. {Das ist gerade im Regenwald vorteilhaft, weil} der Boden wenig Nährstoffe hat.

(377-379, 380-381): Ich kenne eigentlich keine {anderen Pflanzen und Tiere, die spezielle Anpassungen haben}.

(382-389): {Auf dem Bild sehe ich} eine Giraffe. Sie hat einen längeren Hals gekriegt, damit sie an die höheren Blätter kommt. {Die Entstehung des längeren Halses} hat lange gedauert. Die anderen Tiere haben immer die unteren Blätter weggefressen und damit die Giraffen noch etwas erwischen, hat sich das so entwickelt. Weil es dann gut gepasst hat, ist es so geblieben.

(390-393): {Unter dem Begriff Anpassung verstehe ich}, dass sich die Umstände vom Lebensraum bessern, sodass dann alles besser zusammenpasst.

(394-411): {Ich würde nicht sagen, dass Biologie eines meiner Lieblingsfächer ist}, weil wir nicht so viel gemacht haben. Was mich nicht so interessiert, ist das Thema Meer und Pflanzen. Das ist eher nicht so meins. {Wenn ich mich entscheiden müsste, würde ich eher Tiere und Mensch wählen und weniger Pflanzen}.

(412-416): Ich glaube schon, dass es hilft, {etwas Praktisches, wie z.B. Basteln oder Experimente durchführen, in Biologie zu machen}, weil das vergesse ich jetzt nicht mehr [bezieht sich auf die Inhalte der Intervention].

(417-435): {Aus dem Evolutionsunterricht kann ich mich noch erinnern, dass wir} auf einer Tafel {eine Zeitleiste} angesteckt haben, wie die Evolution von verschiedenen Lebewesen weitergegangen ist und dass sich die auch verändern. {Wir haben auch etwas Praktisches gemacht}, das mit Evolution zu tun gehabt hat. Wir haben ein Spiel gespielt, der eine war ein Huhn und der andere auch. Die spielen Schere-Stein-Papier und wer gewinnt, wird weiterentwickelt. Der andere muss eine Stufe zurückgehen.

(436-439): {Das Thema Evolution} war so ein bisschen überall nebenbei, aber hauptsächlich {war es ein abgeschlossenes Thema} in der dritten {Klasse}.

(440-443): {Aus dem Evolutionsunterricht konnte ich in der Intervention wiederfinden, dass} sich die Sachen verändern.

(443-450): Man hat {bei der Intervention} gleich gesehen, was der Unterschied ist [bezieht sich vermutlich auf die beiden angefertigten Pflanzenmodelle]. Man merkt sich jetzt sicher vieles leichter, wie wenn man es nur liest. Es ist etwas anderes, wenn man es selber probiert, wie es besser geht.

(451-452): Es hat eigentlich nichts {gegeben, was mir besonders schmerzlich ist}.

(453-462): {Von den Methoden während der Intervention hat mir} das Video {ganz am Anfang} am besten gefallen, weil man da Sachen sieht und nebenbei auch gleich noch einmal hört, dann hat man gleich einen Zusammenhang. Man kennt sich dann einfach leichter aus.

(463-468): {Mein Verbesserungsvorschlag wäre, dass} man die Blätter gleich alle gemeinsam fallen lässt und nicht einzeln. {So wie wir es am Schluss gemacht haben}.

(469-472): {Ich glaube, dass das Ganze hilfreich für mein Verständnis von Evolution war}.

(475-484): {Ich glaube, echte „Litter-Trapper“-Pflanzen bringen etwas für das Verständnis}, weil man sich dann besser vorstellen kann, wie das wirklich aussieht. Bis jetzt waren es ja nur 2D-Zeichnungen. {Ich glaube, es wäre besser, wenn man die Pflanzen wirklich sieht}.

(485-487): Eigentlich gibt es nichts mehr, {was ich anmerken will}.

Während der Intervention verwendetes Material

Experiment zu „Litter-Trapper“-Pflanzen

Name: _____

Bevor du mit dem Basteln deines Pflanzenmodells beginnst, sollst du eine Hypothese⁸⁹ aufstellen und dir folgendes überlegen:

Wie muss eine Pflanze aufgebaut sein, damit sie möglichst viel herabfallendes Laub anderer Bäume auffangen kann?

Formuliere deine Hypothese und halte diese hier schriftlich fest:

„Ich glaube, dass meine Pflanze ... braucht / haben muss / aufgebaut sein muss.“

Diesen Abschnitt brauchst du erst bei unserer Videokonferenz.

Hier kannst du nun festhalten, wie dein Pflanzenmodell bei den beiden Experimenten und den einzelnen Versuchen abgeschnitten hat.

Experiment 1 (ursprüngliches Pflanzenmodell - 1. Generation)

Versuch	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Durchschnitt
Aufgefangene „Blätter“						

Experiment 2 (verändertes Pflanzenmodell - Folgegeneration)

Versuch	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Durchschnitt
Aufgefangene „Blätter“						

⁸⁹ Der Begriff Hypothese wird in der Wissenschaft verwendet. Eine Hypothese ist eine Vermutung oder Annahme, die noch nicht bewiesen wurde. WissenschaftlerInnen stellen Hypothesen auf und versuchen dann, diese mit verschiedenen Experimenten zu beweisen.

Was hat das alles mit Evolution zu tun?

Du hast in den letzten Tagen viele Information zu den Themen Evolution und Anpassung erhalten. Zum Abschluss würde ich dich bitten, dir über folgende drei Fragen Gedanken zu machen und diese in Stichworten hier schriftlich festzuhalten:

1) Welchen Vorteil haben die Pflanzen, die bei den Experimenten gewonnen haben, gegenüber allen anderen Pflanzen ihrer Art? Denke an den nährstoffarmen Boden im Regenwald.

2) Was könnte im Lauf der Zeit mit jenen Pflanzen passieren, die aufgrund ihres Aufbaus nicht so viel herabfallendes Laub sammeln und daraus wichtige Nährstoffe beziehen können?

3) Was glaubst du, wie werden die zukünftigen Pflanzen aussehen, die an diesem Standort im Regenwald wachsen? Warum?

Hier ist Platz für zusätzliche Anmerkungen und alles, was du mir noch sagen willst (etwas, das du nicht verstanden hast, Anregungen zur Studie generell etc.) 😊:

Welchen Vorteil haben die Pflanzen, die bei den Experimenten gewonnen haben, gegenüber allen anderen Pflanzen ihrer Art?

- Pflanzen können mehr Laub aufnehmen
- Sie kommen besser an Nährstoffe
- Den Pflanzen geht es besser → sie haben genug Energie, um besser zu wachsen als andere Pflanzen und sich auch schneller zu vermehren und auszubreiten

1



„Litter-Trapper“-Pflanzen



- Spezieller Aufbau: meist große, weit abstehende Blätter zum effizienten Sammeln von Blattauffall

4

Was könnte im Lauf der Zeit mit jenen Pflanzen passieren, die aufgrund ihres Aufbaus nicht so viel herabfallendes Laub sammeln und daraus wichtige Nährstoffe beziehen können?

- Pflanzen vermehren sich weniger schnell und breiten sich weniger schnell aus → nicht genug Energie, um diese in Fortpflanzung zu investieren
- (Aus)sterben → Ertrag verschwindet, Merkmale können nicht mehr weitergegeben werden
- Natürliche Selektion, Überleben des Stärkeren

2



„Litter-Trapper“-Pflanzen im Botanischen Garten der Universität Wien



• Anthurium



• Platycodon



• Clavia

5

Was glaubst du, wie werden die zukünftigen Pflanzen aussehen, die an diesem Standort wachsen? Warum?

- Pflanzen, die am effizientesten Laub sammeln können, geht es im tropischen Regenwald am besten und sie vermehren sich → ihre Merkmale werden an die nächste Generation weitergegeben
- Es kann sich immer die am besten angepasste Pflanze am besten vermehren und ihre Merkmale weitervererben → zukünftige Pflanzen werden den an diesen Standort am besten angepassten Pflanzen ähneln
- Pflanzen, die nicht so effizient Laub sammeln können, geht es schlechter → werden auf Dauer an diesem Standort nicht überleben

3

