



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Pflanzliche Biodiversität im Botanischen Garten der
Universität Wien - ihr didaktisches Potential zur Vermitt-
lung von biologischen, ökologischen, geographischen
und gesellschaftspolitischen Themen“

Verfasserin

Valerie Schönbeck

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 190 333 445

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Lehramtsstudium UF Deutsch, UF Biologie und Umweltkunde

Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Vorwort

Das Thema dieser Arbeit wurde von Herrn Professor Kiehn, meinem Diplomarbeitsbetreuer, an mich herangetragen. Mein Interesse war sofort geweckt, weil ich bereits als Gartenführerin der Grünen Schule des Botanischen Gartens der Universität Wien gearbeitet hatte und mich der interdisziplinäre Ansatz reizte. Im Zuge dieser Arbeit hatte ich die Gelegenheit, mich mit einem großen Spektrum an Themen zu beschäftigen, die mir persönlich wichtig sind, wie zum Beispiel Globales Lernen oder Umweltschutz. Gerade der vielfältige Ansatz hat die Arbeit an diesem Projekt spannend und interessant gemacht.

Daher möchte ich mich an dieser Stelle besonders herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Herrn Professor Kiehn bedanken, der es mir ermöglicht hat, an diesem Thema frei zu arbeiten und eine eigenständige Richtung einzuschlagen. Durch sein Vertrauen und den richtigen Hilfestellungen im richtigen Moment hat er mich ermutigt und angespornt, wodurch ich mich sehr gut betreut gefühlt habe.

Ein weiterer Dank gebührt Herrn Mag. Peter Pany, der mich tatkräftig durch sein Knowhow im Bereich der quantitativen Forschung unterstützt hat.

Besonders herzlich möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, ohne die dieses Studium nicht möglich gewesen wäre. Sie haben mich in jeder Hinsicht unterstützt, nicht nur finanziell, sondern auch moralisch. An dieser Stelle möchte ich mich auch bei meiner restlichen Familie bedanken, die mein wichtigster Halt ist.

Ein großes Dankeschön gilt auch meinen Studienkollegen und Studienkolleginnen. Sie sind der Grund, warum die Studienzeit für mich so ein spannender, lustiger und erfüllender Lebensabschnitt geworden ist. Besonders möchte ich mich bei meiner „Schreibclique“ für die Unterstützung und das stets offene Ohr bedanken. Sie haben die Zeit des Schreibens mehr als erträglich gemacht und maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Abschließend möchte ich mich noch bei zwei Personen bedanken, die in dieser Zeit immer für mich da waren und sehr zu meiner Motivation beigetragen haben: bei meiner Mitbewohnerin Susanne und meinem Freund Martin.

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Fragestellung und Definition der Lehr- und Lernziele	3
2.1	Fragestellung	3
2.1.1	Kontext 1: Globales Lernen	4
2.1.2	Kontext 2: Bildung für nachhaltige Entwicklung	5
2.1.3	Grundziel Umweltbewusstsein	8
2.1.4	Grundziel Ökologische Handlungskompetenz	9
2.2	Fachspezifische Lehrziele.....	12
2.2.1	Großlebensräume.....	12
2.2.2	Biodiversität	12
2.2.3	Neophyten.....	13
2.3	Zielgruppe	14
3	Theoretische Grundlagen.....	16
3.1	Didaktische Rekonstruktion.....	16
3.1.1	Fachliche Klärung	16
3.2	Biodiversität.....	18
3.2.1	Biodiversität - Definition	18
3.2.2	Hotspots	20
3.2.3	Bedeutung von Biodiversität.....	22
3.2.4	Biodiversitätskrise	24
3.2.5	Biodiversitätsschutz	27
3.2.6	Explikation	31
3.2.7	Strukturierung	32
3.3	Neophyten thematik	33
3.3.1	Explikation	34
3.3.2	Strukturierung	36
3.4	Geobotanik	38

3.4.1	Weltweite Flora und ihre mögliche Einteilung.....	38
3.4.2	Erdgeschichtliche Aspekte.....	38
3.4.3	Geobotanische Aspekte	40
3.4.4	Großlebensräume - Definition	40
3.4.5	Großlebensräume der Erde - Einteilung.....	41
3.4.6	Großlebensräume der Erde – Überblick	42
3.4.7	Explikation	61
3.4.8	Strukturierung	61
3.5	Ökosysteme im Botanischen Garten Wien.....	62
3.5.1	Geschichte des Gartens.....	62
4	Quantitative Analyse.....	64
4.1	Interessenstheorie.....	64
4.1.1	Theorie der Interessensbildung	64
4.1.2	Interesse und Lernen.....	66
4.2	Methode	67
4.2.1	Erstellung des Fragebogens.....	68
4.2.2	Überarbeitungsphase	69
4.3	Ergebnisse.....	77
4.3.1	Analyse	82
4.3.2	Diskussion.....	98
5	Planung des Projekts.....	101
5.1	Rahmenbedingungen	101
5.2	Konsequenzen für die Planung des Projekts	101
5.3	Ablauf.....	103
5.3.1	Einstieg	104
5.3.2	Erarbeitungsphase 1: Ökologische Grundlagen	105
5.3.3	Erarbeitungsphase 2: Geographische Einordnung: Großlebensräume	109
5.3.4	Erarbeitungsphase 3: Mensch und Biodiversität	109
5.3.5	Reflexion.....	110

Literaturverzeichnis.....	113
Online-Quellen.....	113
Fachliteratur	114
6 Anhang.....	122
6.1 Zusammenfassung.....	122
6.2 Abstract.....	122
6.3 Lebenslauf.....	123
6.4 Fragebogen Zielgruppe.....	124
6.5 Fragebogen zu Schüler_inneninteressen	125
6.6 Grafiken zur Erhebung.....	128
6.7 Materialien	138
6.7.1 Impulstexte.....	138
6.7.2 Infoblätter	139
6.7.3 Steckbriefe.....	147
6.7.4 Arbeitsauftrag.....	159
6.7.5 Fotos.....	160
6.7.6 Weltkarten.....	164
6.8 Abbildungsverzeichnis.....	165
6.9 Tabellenverzeichnis	167

1 Einleitung

Im Rahmen der Grünen Schule des Botanischen Gartens der Universität Wien werden zahlreiche Projekte und Führungen für Schulklassen durchgeführt. Anlass dieser Diplomarbeit ist der Wunsch von Herrn Professor Kiehn¹, ein Projekt für die Grüne Schule anzubieten, das geographische, biologische, ökologische und gesellschaftspolitische Themen vereint. Grundsätzliche Ansprüche an ein Projekt der Grünen Schule sind, dass es einen praktischen Teil und einen Führungsteil durch den Garten enthält und in zwei Stunden durchführbar ist. Ein Projekt wird von einer/einem Gartenführer_in pro Klasse betreut.

Ausgangspunkt der Projektplanung war eine Führung, die unter dem Namen „Reise um die Welt in zwei Stunden“ bereits durchgeführt wurde. Jedoch fehlten für dieses Projekt der praktische Teil und ein konkretes didaktisches Konzept. Die Durchführung hing oder hängt daher rein von der Kreativität und dem Einfallsreichtum des/der jeweiligen Gartenführer_in ab. Daher sollte dieses Projekt umfassend neu bearbeitet werden.

Für die Planung eines neuen Projekts wurde folgendermaßen vorgegangen: Zu Beginn wurde die Fragestellung für die Thematik ausformuliert. Auf dieser Basis wurde die Zielgruppe für das Projekt festgelegt, sowie die Lehr- und Lernziele definiert. Dafür wurde der Lehrplan der AHS für Biologie und Umweltkunde, verschiedene andere Projekte in Botanischen Gärten sowie internationale Übereinkommen als Orientierung herangezogen.

Nach Festlegung der Lehrziele und vor allem der Inhalte des Projekts konnten die theoretischen Grundlagen ausgearbeitet werden. Diese beinhalten erstens die fachdidaktische Vorgehensweise, zweitens die fachspezifischen Inhalte und drittens die Gegebenheiten des Gartens.

Um festzustellen, auf welche Inhalte im Rahmen des Projekts ein besonderer Schwerpunkt gelegt werden könnte, wurde eine Erhebung unter Schüler_innen der Oberstufe durchgeführt. Im Rahmen dieser Erhebung konnten die Schüler_innen angeben, welche Themen sie am meisten interessieren. Durch die Orientierung an den Interessen der Schüler_innen konnte eine weitere thematische Fokussierung vorgenommen werden.

Den Schlusspunkt der Arbeit bildet ein Vorschlag für die Planung des Projekts sowie die dafür benötigten Materialien.

¹ Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn, der Leiter der Core Facility Botanischer Garten der Universität Wien

2 Fragestellung und Definition der Lehr- und Lernziele

2.1 Fragestellung

Grundfrage dieses Projektes ist, welches didaktische Potential biologische Vielfalt im Botanischen Garten der Universität Wien hat, um einerseits fachwissenschaftlich Inhalte, in diesem Fall biologische, ökologische und geographische Themen und andererseits gesellschaftspolitische Themen zu vermitteln. Thematisch lässt sich der Gegenstand im weiten Feld der Umweltbildung verorten. Kassas (2002) schlägt vier Grundaspekte der Umweltbildung vor: emotionale Aspekte, ethische Aspekt, politische Aspekte und wissenschaftlich-ökologische Aspekte. Emotionale, ethische und politische Aspekte wurden hier unter dem Begriff „gesellschaftspolitische Themen“ zusammengefasst. Mit „gesellschaftspolitisch“ ist in diesem Kontext also gemeint, welche Emotionen eine Person dem Thema Umweltbildung gegenüber empfindet, welches Wertesystem sie mitbringt und inwiefern politisches Engagement für sie eine Rolle spielt. Wissenschaftlich-ökologische Inhalte, wie Kassas (2002) sie nennt, werden hier als fachwissenschaftliche Inhalte bezeichnet. Grundannahme ist, dass die fachwissenschaftlichen Inhalte genutzt werden können, um gesellschaftspolitische Aspekte zu thematisieren. Hethke et al. (2010) verfolgen einen ähnlichen Ansatz in Bezug auf das Thema Biodiversität:

„Die Pflanzensammlungen in botanischen Gärten können dabei – im Sinne der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung und Globalem Lernen – weit mehr als biologische Zusammenhänge verdeutlichen: Sie haben direkten Bezug zum Alltag der Gäste und können in Bildungsveranstaltungen Ausgangspunkt und Vehikel sein für die politischen, sozialen, ökonomischen und ökologischen Dimensionen des Themas „Erhaltung und Nutzung von pflanzlicher Biodiversität.“ (Hethke, Menzel, & Overwien, Das Potential von botanischen Gärten als Lernorte zum Globalen Lernen, 2010 Nr. 2, S. 16)

In diesem Sinne wurden für das Projekt zwei Kontexte ausgewählt, die hier auch Hethke et al. (2010) nennen: „Globales Lernen“ und „Bildung für nachhaltige Entwicklung“. Was mit diesen beiden Kontexten gemeint ist und welche Bedeutung sie für dieses Projekt haben, soll in den nächsten Kapiteln erklärt werden.

Nachdem die Kontexte festgelegt wurden, konnten aus diesen und der oben genannten Fragestellung folgende zwei Grundziele für das Projekt definiert werden:

- Erziehung zum Umweltbewusstsein
- Erziehung zur ökologischen Handlungskompetenz

Beide Grundziele stehen in engem Zusammenhang zueinander. Ohne Bewusstsein für die Bedeutung und Bedrohung unserer Umwelt kann auch keine ökologische Handlungskompetenz entwickelt werden. Im Folgenden werden die genannten Begriffe definiert, ihre Relevanz als Lehrziele erörtert und Ideen skizziert, wie diese im Rahmen des Projekts vermittelt werden könnten.

Ein wichtiger Aspekt für die Festlegung der Lehrziele ist die Definition der Zielgruppe. Für das Projekt wurde die Oberstufe als primäre Zielgruppe ausgewählt, auf die auch die Lehr- und Lernziele zugeschnitten sind. Für die Begründung dieser Wahl soll hier auf das Kapitel „Zielgruppe“ verwiesen werden.

2.1.1 Kontext 1: Globales Lernen

Eine Definition für Globales Lernen bietet David Selby :

“Global education is a holistic paradigm of education predicated upon the interconnectedness of communities, lands and peoples, the interrelatedness of all social, cultural and natural phenomena, the interpenetrative nature of past, present and future, and the complementary nature of the cognitive, affective, physical and spiritual dimensions of the human being.” (Selby, 2003, S. 145)

Hier wird veranschaulicht, dass der Begriff Globales Lernen eine Vielfalt an Konzepten, Methoden und Inhalten umfasst. Selby (2003) nennt nahezu alle essentiellen Themen, die die Menschheit betreffen. Wichtig erscheint jedoch der Begriff *holistic*, der das Wesen des Globalen Lernens am ehesten beschreibt und sich auf die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen verschiedener Dimensionen des Globalen Lernens bezieht. Das Verständnis für diese Zusammenhänge als eines der Hauptziele Globalen Lernens soll auch ein zentrales Lernziel des Projekts sein und durch die Vermittlung von globalen ökologischen Zusammenhängen veranschaulicht werden.

Ein Beispiel für einen ähnlichen Zugang ist der „WeltGarten Witzenhausen“, ein Projekt, das vom Tropenhaus der Universität Kassel durchgeführt wird. Dieses Projekt hat einen klaren globalen Ansatz, sowohl methodisch als auch inhaltlich. Themen sind vor allem Nutzpflanzen

der Tropen und deren nachhaltige Nutzung, sowie damit im Zusammenhang stehende ökologische, ökonomische und soziokulturelle Aspekte (Hethke, Menzel, & Overwien, 2010).

Als Lern- und Lehrziele, die Globales Lernen betreffen, werden folgende Punkte angeführt:

- Veranschaulichen, welcher Zusammenhang zwischen lokalen Handlungen und globalem Geschehen besteht
- Kulturell geprägte Stereotypen bzw. Denkmuster reflektieren
- Wertevermittlung: Toleranz, Respekt, Solidarität, Weltoffenheit
- Bewusstsein schaffen für Bedeutung der Nachhaltigkeit auch auf lokaler Ebene
- Positive Assoziationen mit fremden Kulturen schaffen (Hethke, Menzel, & Overwien, 2010)

Auch hier werden keine rein fachwissenschaftlichen Inhalte genannt. Vielmehr werden fachwissenschaftliche Themen und das Umfeld des Tropenhauses genutzt, um Inhalte zu vermitteln, die primär die Gesellschaft betreffen.

2.1.2 Kontext 2: Bildung für nachhaltige Entwicklung

Der Begriff „nachhaltige Entwicklung“ wurde 1987 im Brundtland-Report eingeführt:

„Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own need.“ (*Brundtland Commission, 1987*)

Laut dieser Definition soll nachhaltige Entwicklung also sowohl Gerechtigkeit im Hier und Jetzt als auch Gerechtigkeit für zukünftige Generationen anstreben. Ziel ist es, allen Ländern und Bevölkerungsgruppen Entwicklung zu zugestehen und die großen wirtschaftlichen Unterschiede zwischen Nationen abzubauen. Dennoch sollen die Bedürfnisse der zukünftigen Menschheit miteinbezogen werden.

Der Begriff Nachhaltigkeit bedeutet hier eine Reaktion auf die bisherige Vorstellung von Entwicklung, die eine rein wirtschaftliche war. Wirtschaftliche Entwicklung, die die Umwelt und die Gesellschaft außer Acht lässt, führt jedoch zu Schäden, die bis jetzt laut UNESCO als unvermeidlich und akzeptabel angesehen wurden (ESD Sourcebook, 2012). Nachhaltige Entwicklung bezieht sich aber vor allem auch auf die Gestaltung der Zukunft. Um zukünftigen Generationen eine genauso lebenswerte Welt zu bieten, wie wir sie jetzt haben, muss ein Umdenken geschehen, das Brunold (2009, S. 195) als „Mentalitätswandel“ bezeichnet.

Die UNESCO beschäftigt sich daher vor allem mit der Verortung nachhaltiger Entwicklung im Bildungsbereich. Ihre Definition von nachhaltiger Entwicklung bezieht sich vor allem auf das gewünschte Verhalten, dass zu einer nachhaltigen Entwicklung beiträgt:

„Sustainable development means valuing biodiversity and conservation along with human diversity, inclusivity, and participation.“ (ESD Sourcebook, 2012)

In dieser Definition sind die wichtigsten Themen der Bildung für nachhaltige Entwicklung bereits angesprochen. Diese sind einerseits Umweltthemen, wie zum Beispiel Biodiversität, und andererseits Themen, die die Gesellschaft betreffen, wie zum Beispiel soziale und kulturelle Diversität.

Bildung zur nachhaltigen Entwicklung soll Menschen dazu erziehen, Möglichkeiten und Handlungsweisen zu finden und zu erkennen, die eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung gewährleisten und die Umwelt und Gesellschaft in diese Entwicklung miteinbeziehen (ESD Sourcebook, 2012). Eine derartige Bildung muss die Werte, das Wissen, die Fähigkeiten und die Kompetenzen vermitteln, die für ein Leben im Sinne der Nachhaltigkeit, gesellschaftlichen Partizipation und menschenwürdigen Arbeit erforderlich sind (Bonner Erklärung, 2009).

Im Artikel 36 der Agenda 21, dem Programm der Rio-Konferenz, wird die Bedeutung der Bildung noch einmal betont. Um das Ziel der nachhaltigen Entwicklung zu erreichen, sollen folgende Punkte erfüllt werden:

- *„Neuausrichtung der Bildung auf eine nachhaltige Entwicklung;*
- *Förderung der öffentlichen Bewusstseinsbildung;*
- *Förderung der beruflichen Ausbildung“ (Agenda 21, 1992, S. 329)*

Die Forderungen der Agenda 21 wurden nach der Weltkonferenz in nationalen Bildungsprogrammen verankert, wie zum Beispiel im österreichischen Lehrplan für Biologie & Umweltkunde der AHS. Hier heißt es im Themenbereich *Ökologie und Umwelt*:

„An konkreten Beispielen hat nachhaltige Entwicklung (vgl. Agenda 21, Aktionsprogramm der Vereinten Nationen zu Umwelt- und Entwicklungsvorhaben aus 1992) als zentrale Perspektive zukünftiger Entscheidungen deutlich zu werden.“²

Diese Forderungen sollen bei der Planung des Projekts für die Grüne Schule beachtet werden. Ziel ist es, vor allem die Bewusstseinsbildung zu fördern. Laut dem Forum Umweltbildung beinhaltet Bildung für nachhaltige Entwicklung folgende Aspekte:

1. *„Systemwissen: Wissen zu systemischen Zusammenhängen und Aspekten*
2. *Zielfähigkeit: Kritische Auseinandersetzung mit Zielen*
3. *Handlungskompetenz“ (Bildung für nachhaltige Entwicklung, 2012)*

1. Ad „Systemwissen“: Ziel ist es, Systeme verstehen zu lernen und in Verbindung miteinander bringen zu können (Bildung für nachhaltige Entwicklung, 2012). Ein Beispiel ist Biodiversität. Sie steht sowohl in Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung als auch mit den Zielen des Projekts. Es soll klar werden, welche Systeme Biodiversität konstituieren und in welchem Verhältnis die Gesellschaft dazu steht, also zum Beispiel, wie Menschen Biodiversität nützen können.
2. Ad „Zielfähigkeit“: Darunter kann verstanden werden, dass mögliche Ziele für die Gesellschaft zur Erreichung von nachhaltiger Entwicklung in der Zukunft definiert werden (Bildung für nachhaltige Entwicklung, 2012). In dieser Hinsicht kann ein Ziel des Projekts sein, mögliche Ziele zur nachhaltigen Entwicklung aufzuzeigen, die jede_r Einzelne umsetzen kann.
3. Ad „Handlungskompetenz“: Dazu gehört die Anregung zu aktivem Handeln, die Vermittlung von Vertrauen in eigenes Handeln und die Zuversicht, dass Handlungen etwas verändern können (Bildung für nachhaltige Entwicklung, 2012). Für das Projekt kann das bedeuten, dass Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie im Alltag umweltfreundlich gehandelt werden kann.

Auch die UNESCO nennt als wichtigstes Ziel der Bildung für nachhaltige Entwicklung „systems thinking“ (ESD Sourcebook, 2012, S. 6). Themen im Zusammenhang mit Nachhaltigkeit müssen im Kontext gesehen werden und als Teil von Systemen. Dieser Aspekt deckt sich mit den Forderungen des Globalen Lernens, die holistisches Denken anstreben (siehe: Kontext 1:

² Lehrplan Biologie und Umweltkunde. Oberstufe. S. 2

Globales Lernen). Weitere Lehrziele des UNESCO-Programms für Bildung für nachhaltige Entwicklung sind:

- Vermitteln, welche Verbindung zwischen globalen und lokalen Themen besteht: Lokale Entscheidungen und Aktionen können einen Effekt auf globaler Ebene haben.
- Vermitteln, welche Bedeutung Konsumverhalten auf weltweite Ressourcen hat.
- Politische Partizipation bei Entscheidungen fördern, die wegweisend für Entwicklung sind.
- Vermitteln, wie die unterschiedlichen kulturellen und ökonomischen Voraussetzungen verschiedener Nationen, Regionen, Bevölkerungsgruppen oder Kulturkreise die Entscheidungen bezüglich nachhaltiger Entwicklung beeinflussen. (ESD Sourcebook, 2012)

Der Begriff ‚nachhaltige Entwicklung‘ ist also ein allgemeiner Begriff, der sich auf viele Aspekte des menschlichen Lebens beziehen kann. Einer der wichtigsten Aspekte ist jedoch die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen, sowie der Schutz und Erhalt der Umwelt. Daher ist Umweltbewusstsein ein Teilaspekt der Bildung für nachhaltige Entwicklung.

2.1.3 Grundziel Umweltbewusstsein

Nach Kromer & Oberhollenzer (2004) konstituiert sich Umweltbewusstsein über folgende Dimensionen:

- „Kognitive Dimension“: Probleme, die die Umwelt betreffen, werden wahrgenommen und sind der Person bewusst.
- „Emotionale Dimension“: Die Person ist einerseits betroffen, wütend, etc. über die Zerstörung von Umwelt und andererseits emotional stark mit Natur verbunden.
- „Moralisch-ethische Dimension“: Die Situation der Umwelt wird moralisch bewertet und es herrscht ein gewisses Verantwortungsgefühl vor.
- „Wertedimension“: Die Bedeutung einer intakten Umwelt wird sehr hoch geschätzt.
- „Einstellungsdimension“: Die Person hat eine konkrete Meinung zu Umwelthemen.
- „Handlungsdimension“: Die Person ist bereit, auf Umwelthemen zu reagieren und entsprechend zu handeln. (Kromer & Oberhollenzer, 2004, S. 10)

Ist eine Person auf allen diesen Ebenen der Umwelt gegenüber positiv eingestellt und führen diese Aspekte zu einer Vorstellung darüber, was der Einzelne zur Verbesserung der Situation beitragen könnte, kann von einem starken Umweltbewusstsein gesprochen werden.

Laut verschiedenen Studien scheint aber das Interesse von Jugendlichen an Umweltthemen, wie zum Beispiel Umweltschutz, zu sinken. Ein Vergleich der Einstellungen im Jahr 1996 und im Jahr 2001 ergibt, dass Themen wie Arbeitsmarkt und Gesundheit präsenter sind. Insbesondere scheint die Angst vor Umweltkatastrophen zurückzugehen, während andere Probleme in den Vordergrund treten, zum Beispiel Arbeitssuche. Jugendliche sind sich zwar Problemen, die die Umwelt betreffen, bewusst, schieben diese jedoch in die Zukunft (Zuba & Kromer, 2005). Darüber hinaus scheint es auch eine Kluft zwischen Umweltbewusstsein und Umwelthandeln zu geben. Laut einer Studie von Dieckmann & Franzen (1996) ist der Zusammenhang zwischen dem Bewusstsein für Umwelt und aktivem, umweltbewusstem Handeln sehr gering. Umweltbewusstes Verhalten erfolgt am ehesten dann, wenn erstens das soziale Umfeld der Person der Umwelt gegenüber freundlich eingestellt ist und wenn zweitens konkrete ökonomische Anreize bestehen. Aber auch wenn Umweltbewusstsein alleine eher keine konkreten umweltfreundlichen Verhaltensweisen hervorruft, so bleibt doch Umweltwissen und Umweltbewusstsein die Voraussetzung für aktive umweltbewusste Handlungen (Diekman & Franzen, 1996).

Für dieses Projekt werden folgende Aspekte des Umweltbewusstseins als konkrete Lernziele zusammengefasst:

- das Bewusstsein für die Bedeutung einer intakten Umwelt
- das Wissen um die Bedrohung der Umwelt durch den Menschen
- die positive Einstellung gegenüber Maßnahmen zum Schutz der Umwelt
- das Wissen um Maßnahmen zum Schutz der Umwelt, die jede/r Einzelne durchführen kann

Führen diese Aspekte zu einer Vorstellung darüber, was der/die Einzelne zur Verbesserung der Situation beitragen kann und zu der Bereitschaft, dementsprechend zu handeln, kann von ökologischer Handlungskompetenz gesprochen werden.

2.1.4 Grundziel Ökologische Handlungskompetenz

Der Begriff ökologische Handlungskompetenz ist eine wesentliche Zielsetzung des Unterrichtsprinzips Umweltbildung. Hier wird davon ausgegangen, dass „ökologische Einsichten“

zu „umweltorientiertem Handeln“ führen (Grundsatzterlass zur Umwelterziehung, 1994, S. 2). Dies sei möglich, indem Informationen akquiriert werden, die im Anschluss reflektiert werden. Durch die Reflexion kommt es zu entsprechenden Erkenntnissen und einer darauf basierenden Verhaltensänderung hin zu dem gewünschten umweltorientierten Handeln (Grundsatzterlass zur Umwelterziehung, 1994). Im Lehrplan wird die ökologische Handlungskompetenz als das Wissen um die Abhängigkeit der Menschheit von biologischen Ressourcen und deren Begrenztheit, sowie die Fähigkeit, mit Ressourcen nachhaltig umzugehen, definiert.³

Ein vergleichbarer Begriff für ökologische Handlungskompetenz ist „environmentally empowerment“ (Schreiner & Sjøberg, 2004, S. 59). Dieser Begriff wird in der internationalen ROSE-Studie⁴ verwendet. Damit ist gemeint, dass Schüler_innen ein grundlegendes Wissen über Umwelt besitzen sollten. Dieses kann sie in Kombination mit affektiven Komponenten wie Werten, Einstellungen, Motivation und Hoffnung zu einer ökologischen Handlungskompetenz ermächtigen („empowered“). Als zentraler Aspekt nennen Schreiner & Sjøberg (2004) eine positive Einstellung zur Zukunft. Nur Personen, die glauben, dass sie durch ihre Entscheidungen und ihren Lebensstil etwas verbessern können, fühlen sich ‚empowered‘, also ermächtigt, etwas an der aktuellen Umweltproblematik zu ändern (Schreiner & Sjøberg, 2004).

Wie bereits erwähnt, reicht aber das Wissen über Probleme alleine nicht, um Handlungsbereitschaft und tatsächliches Handeln hervorzurufen. Laut verschiedenen Studien herrscht gerade im Umweltbereich eine große Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln. Es bleibt also die Frage, wie es zur Ausbildung einer tatsächlichen, aktiven ökologischen Handlungskompetenz kommt. Laut Fischer & Wiswede (2009) begründet sich ein bestimmtes soziales Verhalten aus zwei Komponenten: Wertvorstellungen und Einstellungen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person handelt, erhöht sich, wenn ihre Werthaltung mit ihrer Einstellung korreliert. Werte sind durch das soziale und kulturelle Umfeld einer Person geprägt, Einstellungen hingegen entstehen durch die individuelle soziale Erfahrung (Fischer & Wiswede, 2009). Des Weiteren werden Handlungen hinsichtlich ihrer Kosten und Nutzen für die Person bewertet. Erst wenn die Person einen persönlichen Nutzen in der Handlung sieht, wird diese auch durchgeführt (Diekman & Franzen, 1996). Dieses Verhalten kann auch mit der „Rational

³ Vgl.: Lehrplan Biologie und Umweltkunde. Unterstufe. S. 1

⁴ ROSE: Relevance of Science Teaching

Choice-Theorie“ begründet werden, die besagt, dass ein Verhalten, in diesem Fall umweltbewusstes Verhalten, dann durchgeführt wird, wenn die Kosten dafür gering sind. Mit Kosten ist hier die Minimierung von Verhaltensänderung und Aufwand für die Person, beziehungsweise die bequemste Verhaltensweise gemeint (ÖIJ, 2004).

So sind Jugendliche eher dazu bereit, Müll zu vermeiden und zu trennen oder den Energie- und Ressourcenverbrauch (z.B. Strom, Wasser) zu senken, als ihre Mobilität einzuschränken oder ihr Konsumverhalten zu verändern. Dies sind Faktoren, die für die Jugendlichen einen zu großen Verzicht darstellen, sodass sie nicht durch den Nutzen aufgewogen werden können (Kromer & Oberhollenzer, 2004; Zuba & Kromer, 2005). Eine Erklärung, warum diese Dinge eine so enorme Rolle im Leben der Jugendlichen spielen und unverzichtbar erscheinen, ist, dass diese Faktoren maßgeblich zur Bildung ihrer Identität beitragen. So stellt sich bei einer Studie der UNESCO heraus, dass sich laut den befragten Jugendlichen folgende Faktoren negativ auf die Umwelt auswirken:

- Reisen
- Müll
- Wasser- und Energieverschwendung (Nyberg, 2000)

Das Thema Konsum kam kaum vor, sei es der Konsum von Lebensmitteln oder der von Kleidung (Nyberg, 2000). Es kann daraus geschlossen werden, dass manche Faktoren, wie zum Beispiel Kleidung, eine so große Bedeutung für die Identitätsbildung von Jugendlichen hat und eine Veränderung des Verhaltens in Bezug auf diese Faktoren schwerer fällt als bei anderen Faktoren. Zusammengefasst fördern folgende Faktoren ökologische Handlungskompetenz: fundiertes Umweltwissen, ausgeprägtes Umweltbewusstsein, ein der Umwelt gegenüber positiv eingestelltes soziales Umfeld und eventuell zusätzliche Anreize in ökonomischer Form.

Mögliche Felder ökologischer Handlungskompetenz können sein:

- die Führung eines umweltfreundlichen, nachhaltigen Lebensstils
- die aktive Beteiligung an Aktionen zum Schutz der Umwelt oder deren Unterstützung
- das Engagement in einer Umweltschutzorganisation
- das Ergreifen eines Berufes im Bereich nachhaltiger Entwicklung und Umweltschutz

2.2 Fachspezifische Lehrziele

Unter fachspezifischen Inhalten werden hier Themen aus dem biologischen, ökologischen und geographischen Bereich verstanden. Für das Projekt wurden folgende Themen ausgewählt:

- Großlebensräume
- Biodiversität
- Neophyten

2.2.1 Großlebensräume

Unter Großlebensräume versteht man die größten, ökologischen Einheiten der Erde abgesehen vom globalen Ökosystem. Unter diesem Begriff werden verschiedene, für dieses Projekt bedeutsame Inhalte zusammengefasst, einerseits die ökologische Kategorie Lebensraum und andererseits den globalen Aspekt von Ökologie. Letzteres Thema kann im Botanischen Garten besonders gut vermittelt werden, weil es mehrere Gruppen gibt, die einen geographischen Schwerpunkt haben, beispielsweise das Tropenhaus oder die Sukkulatengruppe.

Darüber hinaus können Bedingungen angesprochen werden, unter denen Menschen in anderen Regionen leben und unter denen Pflanzen angebaut werden. Dazu gehören sowohl klimatische als auch gesellschaftliche Bedingungen. Folgende Punkte fassen mögliche Lernziele mit geobotanischem Schwerpunkt zusammen:

- Konzept ‚Lebensraum‘ verstehen
- Lebensräume im globalen Maßstab kennenlernen
- geographische Einordnung der Großlebensräume
- klimatische Bedingungen der Großlebensräume
- typische Anpassungen von Pflanzen in den jeweiligen Großlebensräumen
- Wissen über alltäglichen Konsum von pflanzlichen Ressourcen aus anderen Erdteilen

2.2.2 Biodiversität

Biodiversität ist ein Thema mit starkem Alltagsbezug. Dies wird klar, wenn man die verschiedenen ökologischen Dienstleistungen betrachtet, die dem Menschen durch Biodiversität zur Verfügung stehen (siehe Kapitel „Bedeutung von Biodiversität“). Hethke et al. (2010) beto-

nen die Bedeutung botanischer Gärten für den Erhalt und die Kultivierung von Biodiversität. Allein in Deutschland werden in 95 botanischen Gärten ein Fünftel aller Pflanzenarten kultiviert, erhalten und in Gendatenbanken angelegt. Daher ist Biodiversität ein Thema, das in botanischen Gärten gut vermittelt werden kann (Hethke, Menzel, & Overwien, 2010).

Laut Hethke et al. (2010) ist Biodiversität auch ein zentrales Thema des Globalen Lernens, weil sie die Grundlage unseres Lebens darstellt und ihr Verlust eine globale Bedrohung bedeutet. Im Zusammenhang mit diesen Themen steht des Weiteren die Vermittlung von ökologischem und pflanzlichem Hintergrundwissen (Hethke, Menzel, & Overwien, 2010). Folgende Teilaspekte des Themas Biodiversität könnten Lernziele des Projekts sein:

- Konzept Biodiversität verstehen
- Bedeutung von Biodiversität für den Menschen verstehen
- Biodiversitäts-Hotspots geographisch einordnen können und damit verbundene Problematiken erkennen
- Auswirkungen der weltweiten Biodiversitätskrise verstehen

2.2.3 Neophyten

Im Lehrplan der Oberstufe für Biologie und Umweltkunde wird explizit darauf verwiesen, dass die „Auseinandersetzung mit kontroversiell diskutierten Themen“⁵ zu trainieren sei. Das Thema ‚Neophyten‘ bietet sich dafür an, weil es ein Diskussionspotential birgt.

Darüber hinaus ist es als eines der wenigen botanischen Themen in den Medien präsent. Dadurch ließe sich zum Beispiel mithilfe von Medienarbeit ein Bezug zu aktuellen Ereignissen schaffen.

Essentiell erscheint eine behutsame Handhabung des Themas durch die Lehrkraft. Ihre Aufgabe ist es, ein objektives Bild zu vermitteln, indem Probleme zwar angesprochen werden, aber kein Bedrohungsjargon verwendet wird und Missverständnisse aufgeklärt werden.

Das Thema hat darüber hinaus gesellschaftspolitisches Potential, weil indirekt verschiedene Stereotypen und Vorurteile angesprochen werden können. Anhand des Themas Fremdsein können zum Beispiel Parallelen zu gesellschaftspolitischen Themen wie Integration, Toleranz, Multikulturalität etc. besprochen werden. Folgende Liste an Themen könnten mögliche Lehrziele sein:

⁵ Siehe: Lehrplan für Biologie und Umweltkunde, Oberstufe

- Definition des Begriffes
- Bedeutung für das Ökosystem
- Probleme und Vorteile
- Neophytische Nutzpflanzen

2.3 Zielgruppe

Für die Auswahl der Zielgruppe gibt es zwei Hauptargumente. Erstens ist der Bezug zum Lehrplan zu beachten und welche Themen in welchen Schulstufen eine Rolle spielen. Zweitens sollte auch die tatsächliche Situation in der Grünen Schule beachtet werden.

Was den Lehrplan betrifft, sprechen mehrere Argumente für die Oberstufe als Zielgruppe. Im Lehrplan der Oberstufe der AHS wird explizit auf Themen wie Biodiversität, Agenda 21, Nachhaltigkeit und Produktionsbedingungen hingewiesen.⁶ Diese Themen könnten im Rahmen des Projekts gut angesprochen werden, je nachdem welcher Schwerpunkt gelegt wird.

Ein weiterer Aspekt ist hingegen die praktische Situation in der Grünen Schule. Das bereits eingangs erwähnte Projekt, auf das hier aufgebaut wird, trägt den Namen „Reise um die Welt in zwei Stunden“ und wird vor allem von Klassen der Unterstufe oder Volksschulklassen gebucht. Dadurch besteht die Hauptzielgruppe momentan vor allem aus jüngeren Schüler_innen.

Hier bot sich an, eine kleine Erhebung zu machen, wer das Thema für die Projekte ausgesucht hat und mit welcher Begründung. Es wird vermutet, dass das Thema vor allem aufgrund des Titels gewählt wird, der einen eher spielerischen Ansatz andeutet. Um dies herauszufinden, wurde eine Mini-Befragung der Lehrkräfte durchgeführt.

Die Erhebung wurde vor oder nach einer Führung beziehungsweise einem Projekt zum Thema „Reise um die Welt in zwei Stunden“ durchgeführt. Dafür wurde ein kurzer Fragebogen von den Gartenführer_innen an die Lehrkräfte ausgeteilt (siehe Anhang)

Aufgrund der geringen Anzahl der Projekte, die im Frühling 2012 durchgeführt wurden, konnte der Fragebogen nur an vier verschiedene Personen ausgeteilt werden. Alle Schülergruppen fielen in die Altersgruppe Unterstufe, Volksschule oder Kindergarten.

Eine Lehrperson gab an, dass die SchülerInnen entschieden haben, welches Thema sie wollten. Drei von vier Lehrkräften gaben an, dass das Thema von Ihnen ausgesucht wurde. Folgende Gründe wurden angegeben:

⁶ Vgl.: Lehrplan für Biologie und Umweltkunde, Oberstufe

- *„sehr breit gefächert, interessant für Kinder; wenig im Lehrplan verankert bzw. behandelt“*
- *„1) Schüler hatten Interesse; 2) das Thema ist schwer im BU-Unterricht unterzubringen bzw. anschaulich zu gestalten“*
- *„Da Interesse besteht kurz eine Reise durch die Welt zu gestalten und den SuS beizubringen“*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Lehrkräfte bei der Entscheidung für das Thema das Interesse der Schüler_innen im Fokus hatten. Ein weiterer Aspekt scheint zu sein, dass das Thema nicht konkret im Lehrplan verankert ist und aufgrund seines breiten thematischen Fokus schwer im Unterricht unterzubringen ist. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Entscheidung für die Zielgruppe autonom erfolgen soll und sich nicht nach den Bedürfnissen der Grünen Schule zu richten hat. Daher wurde die Oberstufe als grundsätzliche Zielgruppe des neuen Projekts gewählt. Ausschlaggebend war vor allem die Thematik des neuen Projekts, die durch ihre Komplexität erst für die Oberstufe sinnvoll erscheint.

3 Theoretische Grundlagen

3.1 Didaktische Rekonstruktion

Die Didaktische Rekonstruktion ist ein zentrales Konzept der Biologiedidaktik und dient der Evaluierung von Lernsettings. Daher wurde sie daher für diese Arbeit als geeignete Methode gewählt, mithilfe derer ein Zugang zur Materie geschaffen wird. Das Konzept enthält drei Komponenten: „Fachliche Klärung“, „Erfassen von Schülerperspektiven“ und die daraus resultierende „didaktische Strukturierung“, die sich aus dem Zusammenspiel der beiden ersten Komponenten ergibt (Kattmann U. , Duit, Gropengießer, & Komorek, 1997, S. 4). Diese drei Komponenten beeinflussen einander und führen im Endeffekt zu einem didaktischen Konzept (Groß, 2007).

Für diese Arbeit ist vor allem die fachliche Klärung relevant, da es ein Hauptziel ist, die fachlichen Inhalte für das zukünftige Projekt festzulegen und zu analysieren. Im Folgenden wird die Vorgehensweise bei der fachlichen Klärung im Rahmen der didaktischen Rekonstruktion nach Groß (2007) beschrieben.

3.1.1 Fachliche Klärung

Laut Groß (2007) dient die fachliche Klärung der kritischen Überprüfung von fachwissenschaftlichen Aussagen vor allem hinsichtlich der tatsächlichen Faktenlage. Es soll vermieden werden, dass gängige Konzepte einfach als Fakten übernommen werden ohne deren Stichhaltigkeit zu überprüfen. Die fachwissenschaftlichen Inhalte sollen darüber hinaus auf ihre Eignung zur Vermittlung von Inhalten überprüft werden (Groß, 2007). Dies sei laut Groß notwendig,

„(...) denn die fachwissenschaftlichen Aussagen können aufgrund von abweichenden Voraussetzungen bei Wissenschaftlern und Lernern nicht unverändert oder nur reduziert für Vermittlungszwecke übernommen werden.“ (Groß, 2007, S. 189)

Wissenschaftler verfügen laut Groß über andere „Erfahrungs- und Sprachwelten“ und haben aufgrund von Vorwissen andere Zugänge zu Fachwissen als Lernende. Weiters vermeiden sie Überschneidungen mit anderen Fachgebieten, während für Lernende gerade die Verknüpfung mit anderen Fächern das Lernen erleichtern kann (Groß, 2007, S. 189).

Die Inhalte sollen aber nicht nur einfach reduziert, sondern didaktisch sinnvoll aufbereitet werden. Dazu kann die fachliche Klärung dienen, da hier Fachinhalte auch auf ihre Eignung zur Vermittlung überprüft werden. Groß (2007) nennt hierfür drei Fragen, die an zu analysierende Texte herangetragen werden sollen:

- *„Welche fachwissenschaftlichen Aussagen liegen zu diesem Thema vor, wo sind ihre Grenzen?“*
- *Welche Funktionen, Bedeutungen und Kontexte besitzen die verwendeten fachlichen Begriffe?*
- *Welche verwendeten Termini legen lernhinderliche bzw. lernförderliche Vorstellungen nahe?“ (Groß, 2007, S. 45)*

Für die fachliche Klärung schlägt Groß eine Vorgehensweise in drei Schritten vor. Diese seien die Zusammenfassung, die Explikation und die Strukturierung.

Die *Zusammenfassung* ist eine Zusammenschau des aktuellen Forschungsstandes zum jeweiligen Thema. Hier sollen auch vor allem Widersprüche und Unklarheiten aufgedeckt werden (Groß, 2007, S. 45)

Die *Explikation* dient der Analyse der fachwissenschaftlichen Erkenntnisse. Es soll hier in erster Linie die Stichhaltigkeit der Sachverhalte geprüft werden und die Verwendung der Sprache:

„Hierbei werden sprachliche Aspekte und verwendete Metaphern und Analogien unter der Fragestellung analysiert, inwiefern sie die Vermittlungsabsicht der jeweiligen Theorie fördern bzw. erschweren.“ (Groß, 2007, S. 46)

Bei der *Strukturierung* sollen die analysierten Inhalte auf ihre zentralen Aussagen hin überprüft und die wesentlichen „Denkfiguren und Konzepte“ formuliert werden (Groß, 2007, S. 46).

Im Folgenden wird für die einzelnen fachlichen Kapitel so vorgegangen, wie Groß es beschreibt.

3.2 Biodiversität

3.2.1 Biodiversität - Definition

Es gibt viele verschiedene Vorschläge, Biodiversität zu definieren. Eine oft verwendete und weitgehend akzeptierte Definition ist die der CBD⁷. Laut der CBD wird Biodiversität folgendermaßen definiert:

„Biological diversity“ means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems.“ (CBD, 1992, S. 3)

Die Definition der CBD ist sehr umfassend und bezeichnet Biodiversität als die gesamte biologische Vielfalt. Dabei wird explizit Bezug genommen auf die Vielfalt zwischen Spezies, die Vielfalt innerhalb einer Spezies und die Vielfalt zwischen Ökosystemen. Das verdeutlicht, dass sich Biodiversität auf mehrere verschiedene Ebenen beziehen kann. Meist werden diese folgendermaßen bezeichnet:

- Vielfalt der Ökosysteme
- Vielfalt der Arten
- genetische Vielfalt

Um die erste Ebene erläutern zu können, muss zuerst geklärt werden, was man unter „Ökosystem“ versteht. Hier soll die Definition des Millenium Ecosystem Assessment verwendet werden:

"An ecosystem is a dynamic complex of plant, animal, and microorganism communities and the nonliving environment interacting as a functional unit.“ (Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, 2005, S. 9)

Ein Ökosystem beinhaltet also alle darin befindlichen lebenden Organismen sowie die abiotischen Bedingungen, die auf diese einwirken. Diese Definition ist relativ allgemein und kann sich sowohl auf das globale Ökosystem beziehen als auch auf Systeme auf einer viel kleineren Ebene. Weiters beinhaltet sie nicht allein den belebten Teil des Systems, sondern auch

⁷ Convention on Biological Diversity

die Interaktion der Arten und die Bedingungen, die für das jeweilige System herrschen. Das heißt, es werden klimatische Bedingungen, Energieflüsse zwischen den ökologischen Einheiten und deren Einfluss auf die Umgebung miteinbezogen (Loft, 2009, S. 6).

Die zweite Ebene der Biodiversität ist die Vielfalt der Arten. Diese bezieht sich auf das Vorkommen verschiedener Arten in einem bestimmten, geographisch abgegrenzten Bereich (Loft, 2009, S. 7). „Art“ bezieht sich auf eine taxonomische Einheit und es gibt mehrere verschiedene Definitionen dieses Begriffs. Eine der üblichsten und umfassendsten Definition ist der biologische Artbegriff:

„eine Gruppe, deren Mitglieder ähnliche anatomische Merkmale aufweisen und sich untereinander kreuzen können.“ (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 1537)

Weitere Artbegriffe sind der morphologische Artbegriff, der Arten nur aufgrund ihrer gemeinsamen äußerlichen Merkmale zusammenfasst sowie der genetische Artbegriff, der eine Art bezüglich ihres gemeinsamen genetischen Codes definiert (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 550).

Diese Ebene wird in der Literatur oft auch als die Ebene angegeben, die am stärksten mit Biodiversität assoziiert wird, da Biodiversität oft mit Artenvielfalt gleichgesetzt wird (Mace, Norris, & Fitter, 2012, S. 20).

Die genetische Vielfalt bezieht sich auf die genetischen Unterschiede innerhalb einer Art oder innerhalb mehrerer Arten, d.h. das genetische Spektrum einer Art oder aller Arten gesamt (Loft, 2009, S. 8). Um diese Ebene erläutern zu können, muss das Konzept, das hinter dem Begriff „Gene“ steckt, verstanden werden. Campbell et al (2006) schlagen folgende Definition vor:

„Aus spezifischen Nucleotidsequenzen der DNA (oder bei einigen Viren RNA) bestehende Einheiten der Erbinformation. (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 1511)“

An einem Genort können sich nun verschiedene Allele, sprich „Zustandsformen eines Genes“ (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 1496) befinden, die zu Unterschieden innerhalb einer Population führen.

Die Definition von Biodiversität beinhaltet also mehrere verschiedene Ebenen und wird dadurch zu einem schwer fassbaren Konzept. Meinard et al (2011) bezeichnen Biodiversität als ein abstraktes Gut, dass mit einem kulturellen Gut wie Religion vergleichbar ist und nicht

als biologisches Konzept bezeichnet werden kann. Sie begründen dies damit, dass auf Biodiversität immer mit Hilfe von anderen Konzepten angesprochen wird, die sich lediglich auf einen Teilaspekt von Biodiversität beziehen, wie zum Beispiel der Artenvielfalt, Shannon-Index etc. (Meinard & Grill, 2011, S. 1708).

3.2.2 Hotspots

Eine Möglichkeit, geographische Gebiete bezüglich ihrer Biodiversität einzuordnen, ist das Messen der Biodiversität und die Identifizierung von Biodiversitätshotspots. Laut Campbell et al (2006) ist ein Biodiversitäts-Hotspot

„ (...) ein relativ kleines Gebiet mit relativ vielen endemischen Arten“ (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 1500)

Diese Definition wird bei Myers (2000) noch durch den Aspekt des Habitatverlustes erweitert:

„[hotspots are] areas of exceptional concentrations of endemic species and experiencing exceptional loss of habitat.“ (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853)

Zu beachten ist, dass sich diese Definition nur auf die Ebene der Artenvielfalt bezieht und die Ebenen der Ökosystemvielfalt und genetischen Vielfalt vernachlässigt. Myers & Mittermeier (2000) konzentrieren sich in der Analyse auf die Anzahl an Gefäßpflanzenarten. Als relativ hohe Zahl an endemischen Arten wird ein Wert von 0,5% aller Arten weltweit genannt. Nach der Definition von Myers & Mittermeier (2000) existieren 25 Hotspots weltweit. Diese beinhalten 44% aller Gefäßpflanzenarten und 35% der Tierarten aus vier Gruppen von Vertebraten. Dabei nehmen diese Gebiete aber nur 1,4% der Erdoberfläche ein. Ein weiteres Kriterium stellt der herausragende Habitatverlust dar. Um dieses Kriterium zu erfüllen, muss ein Hotspot über 70% der primären Vegetation verloren haben. Dabei haben 11 der 25 Hotspots bereits 90% verloren, drei bereits 95% (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853).

Nach den Kriterien von Myers et al (2000) sind die fünf wichtigsten Biodiversitätshotspots die Tropischen Anden, Sundaland (Malaysia, Borneo, Sumatra, Java und das indonesische Archipel bis Bali (Conservation International, 2012)), Madagaskar, Brasiliens atlantischer Wald und die Karibik. Diese Gebiete beinhalten 20% der Gefäßpflanzen, 16% der Vertebraten, und 45% aller endemischen Arten aller Hotspots. Gemeinsam mit vier anderen Hotspots beträgt der Anteil an endemischen Arten weltweit 30.1% der Pflanzenarten und 25.09% der

Vertebraten. Des Weiteren sind diese Hotspots am stärksten von Habitatverlust betroffen (Myers & Mittermeier, 2000, S. 856).

Die Identifizierung von Hotspots ist laut Myers (2000) wichtig, um möglichst effektive Schutzmaßnahmen zu planen. Wenn sich Schutzmaßnahmen auf Biodiversitätshotspots konzentrieren, können im Vergleich mehr Arten geschützt werden als in Gebieten mit weniger endemischen Arten (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853). Momentan sind nur 62% der Gebiete der Biodiversitätshotspots geschützte Gebiete (Myers & Mittermeier, 2000, S. 857).

Nach Myers et al (2000) befinden sich laut der oben genannten Definition 16 von 25 Hotspots in den Tropen. Weitere Schwerpunkte liegen auf mediterranen Gebieten und Inseln. Der Schwerpunkt Tropen bedeutet vor allem, dass die meisten Hotspots in Entwicklungsländern zu finden sind. Dadurch erhält das Thema eine besondere Brisanz, weil hier Naturschutzmaßnahmen im Gegensatz zu anderen politischen Themen wie die Bekämpfung von Armut kaum Priorität haben, die Bedrohung aber am höchsten ist (Myers & Mittermeier, 2000, S. 855) Ein Grund für die starke Bedrohung ist, dass Entwicklungsländer von intensiven wirtschaftlichen Entwicklungen geprägt sind, wie zum Beispiel Rodungen für Landwirtschaft oder Urbanisierung. Insbesondere Urbanisierung stellt eine Bedrohung für die Umwelt dar, da sie zu Habitatverlust führt und die Distanz zu geschützten Gebieten verringert (Puppim de Oliveira, 2011, S. 1304). Die folgende Grafik gibt einen Überblick über alle 25 nach Myers et al (2000) definierten Hotspots:

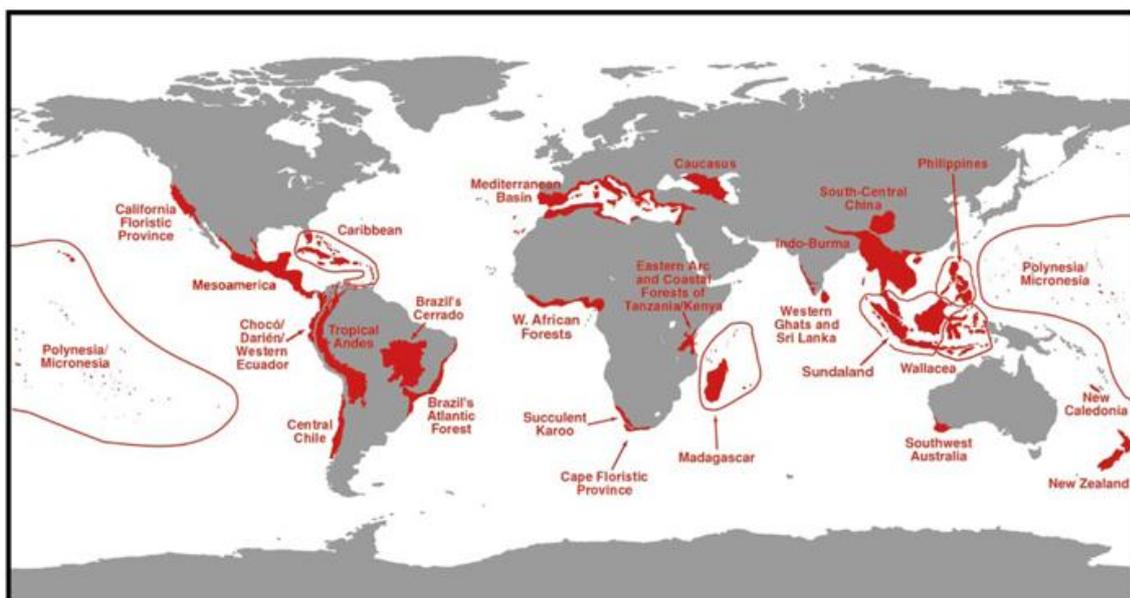


Abbildung 1: Weltweite Verteilung von Biodiversitätshotspots (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853)

3.2.3 Bedeutung von Biodiversität

Biodiversität spielt eine essentielle Rolle beim Erhalt von Ökosystemen. Es konnte gezeigt werden, dass hohe Biodiversität im Zusammenhang mit der Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen steht. Mit der Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen sind Faktoren wie eine funktionierende Nahrungskette, Kohlenstoffkreislauf und andere Kreisläufe gemeint (Midgley, 2012)

Cardinale et al (2006) analysierten mehrere Studien zu dieser Frage. Generell zeigten die Analysen, dass Ökosysteme in ihrer Funktion verändert bzw. gestört werden, wenn Arten verloren gehen. Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass eine Verringerung der Artenvielfalt in einem Ökosystem dazu führt, dass die Biomasse in der entsprechenden Gruppe abnimmt. Das wiederum führt dazu, dass die von dieser Gruppe konsumierten Ressourcen weniger stark verbraucht werden. Die Ausmaße dieser Veränderungen hängen zwar davon ab, welche Spezies verloren geht. Trotz dieser Einschränkung beantworten Cardinale et al (2006) die Frage, ob eine verringerte Biodiversität die Funktion eines Ökosystems stört, positiv (Cardinale et al, 2006).

Auch Maestre et al (2012) konnten diese Frage positiv beantworten. In einer groß angelegten Studie über die Funktion von Ökosystemen in Trockengebieten wurde nachgewiesen, dass Artenvielfalt, die hier als Indikator für Biodiversität herangezogen wurde, in einem positiven und signifikanten Zusammenhang mit den Funktionen der Ökosysteme steht (Maestre et al 2012)

Abgesehen von der generellen Bedeutung von Biodiversität für eine intakte Umwelt sind auch Leistungen zu erwähnen, die explizit dem Menschen nutzen. Diese Leistungen, im Englischen ‚ecosystem services‘ genannt, können laut MA⁸ in folgende Kategorien eingeteilt werden:

- versorgende Leistungen: das Bereitstellen von Ressourcen, wie zum Beispiel Nahrung, Wasser, Holz, Textilien;
- regulierende Leistungen: Regulierung von Klima, Überflutungen, Krankheiten, Wasserqualität und Abfall;
- kulturelle Leistungen: Bedürfnisse die Erholung und Ästhetik betreffend;

⁸ Millenium Ecosystem Assessment

- unterstützende Leistungen, wie zum Beispiel Bodenformation, Fotosynthese, Nahrungsketten;

Diese Liste bietet einen kurzen Überblick über die Leistungen, die der Mensch aus der Natur bezieht und für deren Erbringung Biodiversität essentiell ist. Das MA beschreibt dieses Verhältnis folgendermaßen:

„The human species, while buffered against environmental changes by culture and technology, is fundamentally dependent on the flow of ecosystem services.“
(*Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, 2005*)

Diese Leistungen werden analysiert und bewertet, um entsprechende Naturschutzmaßnahmen zu planen, durchzuführen und vor allem zu argumentieren (Mace, Norris, & Fitter, 2012)

Die Rolle, die Biodiversität im Zusammenhang mit den Leistungen eines Ökosystems hat, ist vielfältig. Mace et al (2012) nennen drei Kategorien, die diese Rolle beschreiben:

1) Biodiversität reguliert ökologische Prozesse.

Wie bereits oben erwähnt, trägt Biodiversität dazu bei, die Funktion von Ökosystemen und damit deren Leistungen für den Menschen zu regulieren. Zu diesen Leistungen gehören intakte, fruchtbare Böden, sauberes Wasser und saubere Luft, Produkte wie Nahrung und Holz, stabiles Klima usw. (Mace, Norris, & Fitter, 2012)

Biodiversität kann weiters dazu beitragen, die Belastbarkeit und Widerstandsfähigkeit eines Ökosystems gegen Störungen zu gewährleisten. Dies haben zum Beispiel Cardinale et al (2003) gezeigt, indem sie herausfanden, dass eine höhere Diversität an Fressfeinden die Zahl von bestimmten Pflanzenschädlingen stärker dezimiert als der Einsatz von nur einer Art von Fressfeinden (Cardinale et al 2003).

2) Biodiversität ist selbst eine Dienstleistung eines Ökosystems.

Biodiversität kann als direkte ökologische Dienstleistung gesehen werden, weil sie dazu beiträgt, für den Menschen relevante Güter zu erbringen oder zu verbessern. Diese Güter können beispielsweise Pflanzen sein, deren sekundäre Inhaltsstoffe Potential für medizinische Verwendung haben (Mace, Norris, & Fitter, 2012). Ein Beispiel dafür ist das Madagaskar-Immergrün (*Catharanthus roseus*), in dem man Alkalo-

ide fand, die das Wachstum von Krebszellen aufhalten. Bis zu 25% aller Medikamente in den USA werden auf pflanzlicher Basis hergestellt (Campbell, Reece, & Markl, 2006). Des Weiteren kann genetische Vielfalt in Wildtypen dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit von Nutzpflanzen durch Züchtung zu verbessern (Mace, Norris, & Fitter, 2012).

3) Biodiversität stellt ein ideelles Gut für die Menschheit dar.

Dabei stehen laut Mace et al (2012) vor allem charismatische Spezies oder Flagshiparten im Vordergrund, die zum Fortbestehen eines bestimmten Habitats und dessen Vielfalt beitragen. Biodiversität trägt weiters dazu bei, Gebiete zu erhalten und zu bereichern, die der Erholung dienen oder kulturelle, spirituelle sowie touristische Bedeutung haben (Mace, Norris, & Fitter, 2012).

3.2.4 Biodiversitätskrise

Aktuellen Studien zufolge befindet sich die Erde momentan in einem Zustand der Biodiversitätskrise, das heißt, Biodiversität ist in einem hohen Maße bedroht. Campbell et al (2006) definieren diese Krise folgendermaßen:

„Der gegenwärtige rapide Rückgang der biologischen Vielfalt der Erde, größtenteils verursacht durch die Auswirkungen der menschlichen Zivilisation.“ (Campbell, Reece, & Markl, 2006, S. 1500)

Nach Wilson (2002) beträgt die momentane Aussterberate ungefähr 1000 bis 10 000 Arten pro einer Million Arten (Wilson, 2002). Laut der IUCN⁹ läuft der momentane Aussterbeprozess 1000 Mal schneller als normal ab und führt zu einem Verlust der Artenvielfalt, der bis jetzt in der Geschichte als der höchste gilt. Diese Biodiversitätskrise wird zum größten Teil durch den Menschen herbeigeführt (IUCN, 2012) und könnte dazu führen, dass ca. die Hälfte der Pflanzen- und Tierarten gegen Ende des 21. Jahrhunderts ausgestorben sein werden (Campbell, Reece, & Markl, 2006).

Die Biodiversitätskrise verläuft aber nicht nur auf Ebene der Arten, sondern auch auf den anderen Ebenen der Biodiversität. Beispielsweise kann nach Campbell et al (2006) auch ein Verlust auf genetischer Ebene eine große Auswirkung auf die Anpassungsfähigkeit einer Art

⁹ International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

haben. Dies sei der Fall, wenn eine lokale Population einer Art ausstirbt. Sie verliert dadurch genetische Vielfalt und die Anpassungsfähigkeit sinkt (Campbell, Reece, & Markl, 2006).

Die Ebene der Ökosysteme und ihre Vielfalt sind laut Campbell et al (2006) ebenfalls stark von der Biodiversitätskrise betroffen. Zu den bekanntesten Beispielen gehören der Habitatverlust im Bereich der Regenwälder oder der Korallenriffe. Die Schädigung beziehungsweise der Verlust von Ökosystemen führt wiederum zum Aussterben von Populationen oder ganzen Arten (Campbell, Reece, & Markl, 2006)

Puppim de Oliveira et al (2011) nennen folgende Hauptgründe für Biodiversitätsverlust: Übernutzung, Eingriffe in Lebensräume beziehungsweise ihre Zerstörung, Einführung gebietsfremder Arten sowie Klimawandel (Puppim de Oliveira, 2011).

- Übernutzung natürlicher Ressourcen wegen zu wenig nachhaltiger Verwendung;
Laut MA verschlechtert sich die Lage von Ökosystemen weltweit, da sie zerstört werden oder nicht nachhaltig genutzt werden. Daher sind derzeit 60% aller ökologischen Dienstleistungen überstrapaziert. Folgen davon sind zum Beispiel knappe Trinkwasserressourcen, Überfischung, Luftverschmutzung, Klimaveränderungen und Umweltkatastrophen (Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, 2005).
- Eingriffe in Lebensräume: Zerstörung, Fragmentierung, Veränderung;
Eingriffe in Lebensräume durch den Menschen erfolgen durch Bewirtschaftung von Naturflächen in Form von Land- oder Forstwirtschaft beziehungsweise Rohstoffabbau. Dabei kann es zu einer Fragmentierung kommen, das heißt eine ursprünglich zusammenhängende Fläche wird in kleine Teilflächen zerstückelt (Campbell, Reece, & Markl, 2006).

Urbanisierung ist ein weiterer bedeutsamer Faktor, der zu der Zerstörung von Lebensräumen und dem damit verbundenen Verlust von Biodiversität führt. Gleichzeitig ist Urbanisierung, wie bereits im Kapitel „Hotspots“ erwähnt, ein Faktor, der vor allem Entwicklungsländer betrifft. Während die Bevölkerungszahlen in Ländern mit besonders starker Wirtschaft sinken, steigen sie in Städten in Asien und Afrika immer mehr an und werden wahrscheinlich auch in Zukunft zunehmen (Puppim de Oliveira, 2011). Ein Aspekt, der diese Thematik noch verschärft, ist die Verbrauchsrate von Ressourcen in Städten. Von Städten werden momentan ca. 75% aller Ressourcen der

Erde verbraucht. Im Vergleich nehmen sie aber nur 2% der Erdoberfläche ein (Puppim de Oliveira, 2011).

- Einführen von Arten, die in dem Gebiet nicht heimisch sind.

Das Einführen von gebietsfremden Arten (Neobiota) kann dazu führen, Artenvielfalt und damit auch alle anderen Ebenen von Vielfalt negativ zu beeinflussen. Neobiota werden entweder willentlich oder unbeabsichtigt eingeführt (Puppim de Oliveira, 2011, S. 1306).

Unbeabsichtigte Einbringung von gebietsfremden Arten geschieht vor allem durch den Transport von Gütern. Laut MA wird die Thematik aufgrund der Globalisierung und der damit verbundenen Zunahme von Handel also immer bedeutsamer (Ecosystems and Human Well-being: Synthesis, 2005). Auf dieses Thema wird im Kapitel ‚Neophyten thematik‘ noch stärker eingegangen.

- Klimawandel:

Unter Klimawandel versteht man die anthropogen verursachte Verstärkung des Treibhauseffekts. Der Treibhauseffekt ist grundsätzlich ein natürlicher Effekt. Durch Treibhausgase in der Atmosphäre wird die Sonnenenergie, die auf die Erdoberfläche trifft, davon abgehalten, wieder in den Weltraum abgestrahlt zu werden. Eines der wichtigsten Treibhausgase ist Kohlendioxid, andere sind zum Beispiel Kohlenmonoxid oder Methan (Umweltdachverband, 2005)

Anthropogene Prozesse, wie zum Beispiel Formen der Energiegewinnung oder Transport, tragen dazu bei, dass der Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre stark ansteigt. Diese Prozesse haben ab der industriellen Revolution begonnen und seitdem stark zugenommen. Es wird angenommen, dass der Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre 2075 zweimal so hoch sein wird wie heute, sollte diese Entwicklung in diesem Maße anhalten (Campbell, Reece, & Markl, 2006). Der steigende Kohlendioxidgehalt korreliert mit einem erhöhten Gehalt der anderen Treibhausgase. Diese Entwicklung führt dazu, dass die durchschnittliche Temperatur auf der Erde in einem Maße und einer Geschwindigkeit ansteigt, die Organismen dazu zwingt, sich sehr schnell an die neuen Bedingungen anzupassen. Dieser Prozess kann von vielen Populationen aber nicht in der erforderlichen Geschwindigkeit vollzogen werden, was zum Verlust von Arten und Populationen führt (Loft, 2009).

Der Klimawandel bedingt also Biodiversitätsverlust auf allen Ebenen: Habitatverlust, Artenverlust und Verlust der genetischen Vielfalt.

Ein Beispiel für die Erforschung der Bedeutung von Biodiversität ist das Projekt Biosphere 2. Biosphere 2 wurde in den 1980ern im Bundesstaat Arizona in den USA ins Leben gerufen. Es wurde ein Glashaus von einer Größe von 1,3 ha gebaut, in dem die Biosphäre der Erde imitiert werden sollte. Dafür wurden Replikationen von Ökosystemen im Kleinformat nachgebaut, wie zum Beispiel ein Regenwald, ein Ozean oder eine Savanne (Mervis, 2003). Die Einrichtung wurde gebaut, um verschiedene groß angelegte ökologische Experimente durchzuführen, wie zum Beispiel die Erforschung des Effekts von erhöhtem Kohlendioxidgehalt auf Ökosysteme der Erde. Berühmt wurde Biosphere 2 vor allem durch zwei Experimente (1991, 1993) bei denen acht Menschen für zwei Jahre in der Einrichtung lebten. Problematisch war hier vor allem der drastisch sinkende Sauerstoffgehalt (Stokstad, 2011). Grundsätzlich waren die Experimente jedoch erfolgreich. Einen Einblick in den Verlauf des Experiments liefert ein Vortrag von Jane Poynter¹⁰, die von ihren Erfahrungen als Teilnehmerin des Experiments erzählt.

3.2.5 Biodiversitätsschutz

Internationale Übereinkommen

Das wichtigste internationale Übereinkommen zum Schutz von Biodiversität ist die Konvention über biologische Vielfalt (CBD). Sie wurde 1992 in Rio auf der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen beschlossen, von 191 Vertragsländern, unter anderem Österreich, unterschrieben und trat 1993 in Kraft (Weiterentwickelte österreichische Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, 2005, S. 6). Ihre drei Hauptziele sind:

1. *„The conservation of biological diversity*
2. *The sustainable use of the components of biological diversity*
3. *The fair and equitable sharing of the benefits arising out of the utilization of genetic resources“ (CBD Home)*

¹⁰ Jane Poynter – Life in Biosphere 2 http://www.ted.com/talks/jane_poynter_life_in_biosphere_2.html.

Zentrale Punkte der CBD sind also der Schutz der weltweiten Biodiversität in allen ihren Facetten, deren nachhaltige Nutzung und die gleichmäßige Verteilung von genetischen Ressourcen und deren Nutzen. Mit nachhaltiger Nutzung ist gemeint, dass die Komponenten von Biodiversität in einer Form und einem Ausmaß verwendet werden, dass Biodiversität nicht darunter leidet oder verloren geht. Es soll also ein Weg gefunden werden, Ressourcen so zu nutzen, dass gegenwärtige und zukünftige Generationen sie noch weiterhin verwenden können und diese auch bestehen bleiben (CBD, 1992).

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt beinhaltet, dass teilnehmende Länder eigene Pläne aufstellen, um die Vorschläge der CBD umzusetzen. Schwerpunkte liegen auf dem in-situ-und ex-situ-Schutz von Biodiversität.

Mit in-situ-Schutz ist der Schutz der Vielfalt in den jeweiligen natürlichen Lebensräumen gemeint. Dazu gehört laut CBD

- die Etablierung, Organisation und Aufrechterhaltung von Schutzgebieten;
- die Rehabilitierung von bereits gestörten Gebieten oder Ökosystemen;
- die Regulierung des Umgangs mit lebenden veränderten Tieren, deren Einfluss auf bestehende Ökosysteme nicht vorhersehbar ist;
- die Kontrolle über die Einfuhr von gebietsfremden Pflanzen;
- das Respektieren und Erhalten des Wissens lokaler und indigener Bevölkerung, dass zum Erhalt und nachhaltiger Nutzung von Biodiversität beiträgt (CBD, 1992)

Der ex-situ-Schutz bezieht sich auf die Erhaltung von Biodiversität durch die Bewahrung von Organismen außerhalb ihres natürlichen Lebensraumes. Dazu gehört

- das Einrichten von Institutionen zur Konservierung von und Forschung an Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen;
- die Rehabilitierung von bedrohten Arten und Wiedereinführung in ihre natürlichen Lebensraum;
- das Sammeln von Organismen zum Zweck der Bewahrung der biologischen Resource;
- die Unterstützung von Entwicklungsländern bei der Errichtung von Institutionen zur ex-situ-Erhaltung von Biodiversität, u.a. in finanzieller Hinsicht (Conservation International, 2012);

Des Weiteren verpflichten sich die Staaten, die die CBD ratifiziert haben, Bildungsmaßnahmen einzuführen, die die Wichtigkeit des Erhalts von Biodiversität vermitteln (CBD, 1992).

Eine weitere Komponente der CBD ist das Prinzip des „burden sharing“ (CBD, 1992, S. 15). Es wird davon ausgegangen, dass Entwicklungsländer einen Großteil der genetischen und biologischen Ressourcen bereitstellen, die bewahrt beziehungsweise beforscht werden sollen. Gleichzeitig muss angenommen werden, dass eben diese Länder kaum finanzielle und wirtschaftliche Ressourcen zur Verfügung haben, um adäquate Einrichtungen zu eröffnen, die sich mit der Erforschung und dem Erhalt von Biodiversität beschäftigen. Daher sind die teilnehmenden Staaten der CBD übereingekommen, dass in den Bereichen Technologie, Information, Biotechnologie und Wissenschaft ein fairer Austausch zwischen sich entwickelnden Staaten und entwickelten Staaten erfolgen soll. Weiters sollen Entwicklungsstaaten finanzielle Unterstützung erhalten, um entsprechende Schutzmaßnahmen zu etablieren. Dies wird dadurch begründet, dass Biodiversität im Interesse aller Länder weltweit steht und nicht allein von den Ländern getragen werden kann, die die höchste Biodiversitätsrate aufweisen (CBD, 1992, S. 8-14).

In verschiedenen Folgeprotokollen der CBD wurden weitere wichtige Maßnahmen und Richtlinien zum Schutz von Biodiversität eingeführt:

Cartagena Protokoll

Ein Ergänzungsprotokoll der CBD ist das Cartagena-Protokoll, das ebenfalls von Österreich ratifiziert wurde und im Jahr 2000 in Kraft trat. Dieses geht besonders auf den Umgang mit genetisch veränderten Organismen¹¹ ein. Es soll geregelt werden, dass es zu einem sicheren Umgang mit diesen Organismen kommt, insbesondere, wenn sie eine potentielle Bedrohung für Biodiversität darstellen (Weiterentwickelte österreichische Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, 2005).

Nagoya-Protokoll

Das Nagoya-Protokoll, das 2010 beschlossen wurde, ist ein weiteres Ergänzungsprotokoll der CBD und wurde von Österreich nicht ratifiziert. Es bezieht sich auf genetische Ressourcen. Laut dem Nagoya-Protokoll soll es einen fairen, gleichberechtigten Zugang zu diesen

¹¹ Kurz: GVO

Ressourcen geben und sie sollen in einer fairen und angemessenen Form verwendet werden (CBD Nagoya-Protocol, 2012).

Agenda 21

Die Agenda 21 ist ein weiteres internationales Abkommen, das 1992 in Rio beschlossen wurde. Ziel der Agenda 21 ist es, Maßnahmen zu nachhaltiger Entwicklung zu etablieren. Dies betrifft sowohl die nachhaltige Nutzung von Biodiversität und anderen Ressourcen als auch den Bereich Bildung für nachhaltige Entwicklung. Dies ist zum Beispiel auch im Lehrplan für Biologie & Umweltkunde verankert, wo das Thema nachhaltige Entwicklung im Sinne der Agenda 21 mehrmals angesprochen wird¹².

Biodiversitätsschutz im Botanischen Garten der Universität Wien

In seiner Funktion als Ort wissenschaftlicher Forschungen bezüglich ex-situ-Schutz und möglichem in-situ-Schutz werden im Botanischen Garten der Universität Wien Möglichkeiten untersucht, wie bedrohte österreichische Pflanzenarten in ihrem natürlichen Lebensraum geschützt werden können. Darüber hinaus werden Maßnahmen unternommen, die betroffenen Pflanzenarten ex-situ zu schützen.

Ein Beispiel für Schutzmaßnahmen, die der Botanische Garten durchführt, sind die Projekte zum Erhalt pannonischer Trockenstandorte. Bemühungen beziehen sich hier sowohl auf in-situ als auch ex-situ-Schutz. Hier werden zwei Arten, *Artemisia pancicii* und *Dracocephalum austriacum*, deren Vorkommen in Österreich bereits stark reduziert sind, kultiviert und beforscht. Diese beiden Arten sind typisch für pannonische Trockenstandorte. Ziel der Projekte ist es, sie wieder an ihren natürlichen Standorten einzuführen (Schumacher et al, 2012).

Laut Knickmann et al. (2012) wurde speziell für den österreichischen Drachenkopf Maßnahmen für den Erhalt gesetzt. Dazu gehören sowohl Forschung und Kultivierung ex-situ, als auch Management des in-situ-Standortes. Die Kombination beider Maßnahmen führte zu einem erstaunlichen Erfolg des Projekts. Zählungen zeigten, dass an den jeweiligen Standorten 30mal mehr Individuen von *Dracocephalum austriacum* zu finden waren als erwartet (Knickmann, Kiehn, & Schumacher, 2012).

Dies ist ein Beispiel für aktiven Biodiversitätsschutz, der vor Ort durchgeführt wird und heimische Arten direkt betrifft. Dies zeigt einerseits die Notwendigkeit für solche Maßnahmen,

¹²Lehrplan Biologie und Umweltkunde, Oberstufe AHS

andererseits ihren Erfolg und ist damit ein authentisches Beispiel für Biodiversitätsmanagement in Österreich.

3.2.6 Explikation

Der Begriff „Biodiversität“ bezeichnet ein komplexes Konzept, das drei Ebenen umfasst: Vielfalt der Ökosysteme, Vielfalt der Arten und Vielfalt der Gene. Auffällig ist, dass meistens der Begriff Artenvielfalt synonym mit dem Begriff Biodiversität verwendet wird.

Folgende Beispiele können dies zeigen. Bei Midgley (2012) wird über ein Experiment referiert, bei dem herausgefunden werden soll, in welchem Zusammenhang die Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen mit Biodiversität steht. Für diese Studie wurde Biodiversität als Artenvielfalt der mehrjährigen Gefäßpflanzen gemessen (Midgley, 2012). Es wird hier zwar explizit darauf hingewiesen, dass sich Biodiversität auf die genannte Variable bezieht. Man kann also davon ausgehen, dass nicht selbstverständlich davon ausgegangen wird, dass Biodiversität gleich Artenvielfalt ist. Es scheint jedoch die einfachste Möglichkeit zu sein, Biodiversität zu messen, indem man die Artenvielfalt misst. Ein Grund dafür könnte sein, dass diese im Vergleich wesentlich leichter quantifizierbar ist, als die Biodiversität auf anderen Ebenen.

Auch Myers et al (2000) beziehen sich auf Artenvielfalt als Maßstab für Biodiversität, was die Analyse erleichtert. Myers et al (2000) bezeichnen die Ebene der Arten als die prominenteste Ebene von Diversität, die scheinbar auch am leichtesten wahrgenommen wird (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853). Mace et al (2012) behaupten, dass Biodiversität als ideeller Wert gesehen wird, der an sich schützenswert ist und hier oft mit charismatischen Arten assoziiert wird (Mace, Norris, & Fitter, 2012, S. 20). Bei diesem Zugang spielt wiederum die Ebene der Artenvielfalt die größte Rolle.

Die Vermutung liegt nahe, dass von dem Begriff „Art“ eine weitaus konkretere Vorstellung besteht als von Genen oder Ökosystemen. Des Weiteren könnte es sein, dass das Konzept Art leichter als eine Einheit gesehen wird, die sich von anderen unterscheidet, als beispielsweise ein Ökosystem. Eine Art kann durch einen Vertreter der Art repräsentiert werden, der in den meisten Fällen konkret wahrnehmbare materielle Grenzen hat. Ein Ökosystem hingegen scheint viel schwerer fassbar, da es viel mehr Komponenten beinhaltet und darüber hinaus in verschiedenen Größenordnungen existiert.

Der Begriff „Gen“ scheint zwar im kollektiven Sprachgebrauch oft gebraucht zu werden, es besteht jedoch die Annahme, dass weniger konkrete Vorstellungen dazu bestehen, was ein Gen ist und in welcher Form sich ein Gen von einem anderen unterscheidet und so zu einer Form von Vielfalt beiträgt. Dazu muss zusätzlich auch das Prinzip der Allele verstanden werden. Analog zum Ökosystem ist ein Gen mit freiem Auge nicht fassbar.

Um über den Begriff Biodiversität zu sprechen, müssen also davor die Konzepte Ökosystem, Art und Gen geklärt werden.

3.2.7 Strukturierung

- Biodiversität besteht auf drei verschiedenen Ebenen:
 - Ökosysteme
 - Arten
 - Gene

Um den Begriff Biodiversität verstehen zu können, müssen also diese drei Konzepte geklärt sein. Des Weiteren muss geklärt werden, inwiefern es auf diesen Ebenen zu Unterscheidungen und damit zu Vielfalt kommen kann.

- Biodiversität ist weltweit unterschiedlich stark verteilt und konzentriert sich in sogenannten Biodiversitätshotspots.
- Ein Biodiversitätshotspot zeichnet sich durch eine besonders hohe Zahl an endemischen Arten, einen besonders hohen Verlust an Lebensraum und eine daraus resultierende starke Bedrohung der Arten aus.
- Der größte Teil der Biodiversitätshotspots befindet sich in den Tropen und gleichzeitig in Entwicklungsländern.
- Biodiversität ist momentan in einem außergewöhnlichen Maße bedroht und zwar aufgrund von anthropogenen Einflüssen wie
 - Eingriffe in Lebensräume
 - Übernutzung
 - Klimawandel
 - Bedrohung durch Neophyten
- Biodiversität gilt als eine ökologische Dienstleistung für den Menschen in Form von:
 - Regulation von Ökosystemen und deren Funktion

- Biodiversität als Ressource, z.B. in Form von medizinischen Nutzen
- Biodiversität als ideeller Wert
- Biodiversität als ökologische Ressource ist aufgrund ihrer unterschiedlichen Verteilung ein politisches Thema und ihr Erhalt ist das Ziel verschiedener internationaler Abkommen.

3.3 Neophyten thematik

In ihrer Einführung zu Neobiota¹³ verwenden Essl & Rabitsch (2005) folgende Definition, die auf Thellung (1918) zurückzuführen ist:

„Als „Neophyten“ werden Pflanzenarten, als „Neomyzeten“ werden Pilzarten und als „Neozoen“ werden Tierarten verstanden, die in einem bestimmten Gebiet (Österreich) nicht einheimisch sind und die erst nach 1492 unter direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen in dieses Gebiet (Österreich) gelangt sind und hier wild leben oder gelebt haben.“ (Essl & Rabitsch, 2005, S. 29)

Ein Schlüsselaspekt dieser Definition ist die „Mithilfe des Menschen“. Neobiota gelangen durch menschlichen Einfluss in neue Regionen und nicht aus eigener Kraft. Dieser Prozess wurde verstärkt durch den Personen- und Güterverkehr, der ab der Entdeckung Amerikas 1492 stark zugenommen hat. Das Jahr 1492 wurde daher als symbolischer Zeitpunkt ausgewählt, ab dem eingebrachte Pflanzen als Neophyten gelten. Laut Essl & Rabitsch (2005) hat es zwar auch vor 1492 menschlich beeinflusste Pflanzenmigrationen gegeben, diese seien jedoch zahlenmäßig vernachlässigbar.

Ein „bestimmtes Gebiet“ bezieht sich auf ein politisches Gebiet und nicht auf eine biogeographische Region. Schwierig ist diese Zuordnung bei Arten, die in manchen Regionen des politischen Gebietes natürlich vorkommen. Als Beispiel nennen Essl & Rabitsch (2005) den Aal, der zwar in Österreich zum Teil heimisch ist, aber erst durch den Menschen in den Neusiedlersee gelangte. Sie schlagen vor, das Einstufen von Taxa als Neobiota eher nach biogeographischen Kriterien vorzunehmen (Essl & Rabitsch, 2005; Kiehn & Nouak, 2005).

Es herrscht eine breite Diskussion über das Bedrohungspotential von Neophyten für heimische Biodiversität. Dabei wird vor allem die Verdrängung von endemischen Arten durch Neophyten beklagt. Manche Arten erregen besonders große mediale Aufmerksamkeit, weil sie

¹³ Gesamtheit der eingebürgerten Organismen

sich besonders schnell ausbreiten, endemische Arten verdrängen und zum Teil verheerende Schäden in Ökosystemen anrichten. Dazu gehören zum Beispiel die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) oder die Spanische Wegschnecke (*Arion vulgaris*) (Essl & Rabitsch, 2005). Fakt ist jedoch, dass der Großteil der neophytischen Arten in Österreich nicht problematisch ist und von der breiten Öffentlichkeit sogar als heimisch wahrgenommen wird, wie zum Beispiel die Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) (Essl & Rabitsch, 2005).

Ob eine Art invasiv ist oder nicht, hängt von verschiedenen Faktoren ab und lässt sich oft nicht voraussagen. Zur Etablierung von gebietsfremden Arten trägt laut Williamson (1996) bei, wenn diese schnell wachsen, sich schnell und effektiv vermehren, nicht sehr spezialisiert auf bestimmte Bedingungen und genetisch möglichst variabel sind (Williamson, 1996). Grundsätzlich wird von der „Zehnerregel“ nach Williamson (1996) ausgegangen, die besagt, dass bei 1000 künstlich eingebrachten Arten 100 verwildern. Davon etablieren sich 10, wovon ein bis zwei Arten tatsächlich ökologische Probleme hervorrufen (Essl & Rabitsch, 2005). Die Probleme, die invasive Arten hervorrufen, wie zum Beispiel Verdrängung endemischer Arten und drastische Veränderung der Ökosysteme, sind jedoch ernstzunehmende Probleme. Daher gibt es verschiedenen Maßnahmen und Vorkehrungen, die die Einfuhr standortfremder Organismen regulieren sollen, wie zum Beispiel die Konvention über die biologische Vielfalt (CBD), die bereits im Kapitel Biodiversität erwähnt wurde. Eines der Ziele der CBD ist die in-situ-Erhaltung von Biodiversität. In Artikel 8 wird hier explizit auf Neobiota eingegangen. Demnach ist die Einfuhr von Neobiota zu regulieren oder zu verhindern, wo sie eine Bedrohung für die vorhandene Biodiversität bedeuten (CBD, 1992). Ein weiteres Dokument zur Kontrolle des Transports von lebenden Organismen in andere Länder ist das Protokoll von Cartagena über Biologische Sicherheit, das 2005 im Rahmen der CBD ratifiziert wurde. Dieses Protokoll reguliert die Einfuhr von Lebewesen, die genetisch verändert wurden. Demnach dürfen veränderte Organismen, die eine gesundheitliche Bedrohung oder eine Bedrohung für Biodiversität darstellen, nicht in andere Länder eingeführt werden, zitiert nach (Kiehn & Nouak, 2005).

3.3.1 Explikation

Der Wertediskussion um Neobiota widmet sich u. a. Eser (2005). Sie beschreibt, wie Neophyten in den Medien und in der Gesellschaft präsentiert werden, aber auch wie bestimmte Terminologien die wissenschaftliche Debatte prägen.

Laut Eser (2005) gelten Neophyten als die Fremden der Pflanzenwelt, die Einwanderer und Migranten, die sich in einem fremden Land entweder einbürgern oder nicht und dort auch potentiell Schaden anrichten (Eser, 2005). Das Konzept des Fremdseins ist ein komplexes Schema in unserer Gesellschaft und meist mit negativen Konnotationen behaftet. Eine mögliche Definition des Fremden ist:

„Das Fremde ist zunächst unbekannt und unvertraut. Davon gibt es durchaus mehr als genug in dieser Welt. Dieser Aspekt würde dem Fremden noch nicht seine Bedeutung geben. Das Fremde wird bedeutsam, insofern es befremdet. Unbekanntes und Unvertrautes muß also relevant sein, es muß einen berühren. Das Fremde läßt sich damit nicht objektiv bestimmen – etwa als räumliche, kulturelle oder zeitliche Ferne. Fremdheit ist vielmehr ein Beziehungsverhältnis [sic!]. [...] Wir selbst definieren im Kern, was fremd ist. Fremdheit ist damit situationsbezogen. Fremdheit ist subjektiv definiert. [...] Was wir als fremd empfinden, ist vielfältig gesellschaftlich und historisch, d.h. kulturell definiert.“ (Wagner, 1995, S. 27)

Das Fremde definiert sich also dadurch, dass es einen Kontrast zu dem bereits Bekannten darstellt und uns nicht geläufig ist. Daher ist es eine nicht einschätzbare Größe und stellt dadurch eine potentielle Bedrohung dar. Dieser Umstand trifft auch auf die Thematik der Neophyten zu.

Eser (2005) analysiert in ihrem Artikel ausführlich den Stellenwert, den Neophyten in der aktuellen Freilandbiologie haben und deckt dabei zahlreiche wertende Formulierungen und Sichtweisen auf, die nicht logisch nachvollziehbar sind. So gelten Neophyten beispielsweise als große Bedrohung für am Standort natürlich vorkommende Arten, da sie diese verdrängen. Dies ist zwar für eine kleine Gruppe von Neophyten zutreffend, in den meisten Fällen stellen Neophyten aber keine Bedrohung für endemische Arten dar. Laut Eser stellt sich vor allem die Frage, warum manche Arten als schützenswert gelten und manche nicht und warum Neophyten generell als weniger schützenswert eingestuft werden. Sie stellt folgende Thesen auf, die die Meinung der Öffentlichkeit zu dem Thema prägen:

- *„Neophyten breiten sich als Fremde in der vertrauten Heimat aus.“ (Eser, 2005, S. 18)*

- *„Als wilde und fremde Natur besitzen sie dennoch nicht das Privileg schützwürdiger, ursprünglicher Unberührtheit.“ (Eser, 2005, S. 18)*

Neophyten werden also als Bedrohung für das „Bekannte“, die heimische Natur dargestellt, die wegen ihrer Eigenschaft als „Fremde“ oder „Eindringlinge“ weniger schützenswert sind. Eigenschaften potentiell erfolgreicher Neophyten seien nach Baker (1965) „große Plastizität, intensive Vermehrung, effektive Verbreitung, hohe Konkurrenzkraft und ausdauernde Wuchsform“. Diese Eigenschaften werden Pflanzen zugeschrieben, die sich in einem neuen Umfeld dauerhaft etablieren (Eser, 2005)

Eser (2005, 18 ff) bezeichnet jedoch die Auffassung dieser Eigenschaften als stereotyp. Ihre Analyse ergibt beispielsweise, dass die hohe Plastizität ein Hinweis darauf ist, dass diese Pflanzen sich schnell überall anpassen können, keine hohen Ansprüche haben und daher „Opportunisten“ sind. Diese Auffassung erscheint umso negativer behaftet, wenn man sie mit dem Bild der hochspezialisierten, also im übertragenen Sinne hochqualifizierten Pflanzen, vergleicht, die als besonders schützenswert dargestellt werden.

Die „effektive Verbreitung und intensive Vermehrung“ wird laut Eser mit dem Begriff der Massen assoziiert, die durch ihre Größe eine Übermacht darstellt und dadurch zur Bedrohung wird. Ein weiterer, negativ besetzter Aspekt ist die „Triebhaftigkeit“, die durch die Eigenschaft der intensiven Vermehrung impliziert wird (Eser, 2005).

Was die „Konkurrenzkraft“ betrifft, so erscheinen Neophyten als die stärkeren Pflanzen, die sich in einer Konkurrenzsituation durchsetzen. Dies kann einerseits als gute Eigenschaft gewertet werden, wird aber meistens mit Rücksichtslosigkeit assoziiert (Eser, 2005).

Laut Eser stellt auch die „Überdauerungsfähigkeit“ eine negative Eigenschaft dar, wenn man davon ausgeht, dass Neophyten an sich nicht erwünscht sind, also auch unerwünscht ist, dass sie länger und effektiver überleben als andere Pflanzen (Eser, 2005).

3.3.2 Strukturierung

Eser zeigt mit ihrer Analyse, dass die Diskussion zum Thema Neobiota nicht objektiv verläuft. Auch Reicholf (2005) betont, dass es bei dem Thema scheinbar viele Ansichten gibt, die sich eher auf Gerüchte und einzelne, wenig aussagekräftige Befunde stützen, als auf objektive Forschungsergebnisse.

Im Folgenden werden die zentralen Aussagen der Thematik noch einmal zusammengefasst:

- In Österreich sind einige wenige eingeführte Arten invasiv, haben also eine große Wirkung auf bestehende Ökosysteme und sind dadurch eine Bedrohung für Biodiversität.
- Eingeführte Arten können mitunter eine gesundheitliche Gefährdung darstellen, zum Beispiel indem Allergien hervorgerufen werden.
- Der Großteil der Neobiota in Österreich stellt keine Bedrohung für die natürlichen Ökosysteme dar.
- Die Einführung von Neobiota erfolgt durch den Menschen und hat seit 1492 eine extreme Beschleunigung erfahren.
- Welche Pflanzen invasiv sind, ist i.d.R. kaum vorhersehbar.
- Es herrscht eine emotionale Diskussion über Neobiota, in der diese als Eindringlinge und Bedrohung für das natürliche Ökosystem und die Biodiversität dargestellt werden.
- Innerhalb der Diskussion werden wertende Begriffe für Neobiota verwendet, die auf rassistische Stereotypen hinweisen.

3.4 Geobotanik

3.4.1 Weltweite Flora und ihre mögliche Einteilung

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Flora der gesamten Erdoberfläche einzuteilen. Einerseits lässt sich die Pflanzenwelt der Erde unter taxonomischen Gesichtspunkten zusammenfassen, andererseits unter geobotanischen.

Die erste Möglichkeit entspricht der Einteilung in Pflanzenreiche. Diese erfolgt aufgrund von stammesgeschichtlichen Aspekten und fasst die Vegetation mit ähnlicher Stammesgeschichte zusammen. Die gemeinsame Entwicklung von Pflanzen ist auf erdgeschichtliche Abläufe zurückzuführen und soll im Kapitel „Erdgeschichtliche Aspekte“ besprochen werden (Walter, 1979).

Die zweite Möglichkeit der Einteilung erfolgt nach ökologischen Aspekten, betrachtet also die Zugehörigkeit von Pflanzen zu einem bestimmten Ökosystem. Laut Walter (1979) ist die Geobotanik eine Disziplin, die Pflanzen und deren Umgebung erforscht und die Umgebung in wissenschaftliche Untersuchungen miteinbezieht, statt sie isoliert davon zu betrachten (Walter, 1979, S. 9). Pflanzen werden also als Teil eines ökologischen Systems betrachtet. Diese Systeme, hier Ökosysteme, können nach Walter (1976) unterschiedliche räumliche Ausdehnungen aufweisen. Mit einem Ökosystem kann also, wie bereits im Kapitel „Biodiversität“ erwähnt, die gesamte Biosphäre gemeint sein oder ein viel kleinerer geographischer Bereich, wie zum Beispiel ein Teich (Walter, 1976).

Die Pflanzenreiche decken sich dabei aber keineswegs mit der Einteilung nach Klimazonen, denn die Einteilung erfolgt nach völlig anderen Kriterien. Als Beispiel kann hier die Situation der Tropen genannt werden, die sich zwar weltweit durch ein einheitliches Klima auszeichnen, was die Florenreiche betrifft jedoch strikt getrennt werden muss in Paläotropis, Neotropis und zum Teil Australis (Walter, 1990). Durch den Vergleich der beiden Systeme ergeben sich spannende Aspekte und es können Phänomene wie Konvergenz oder Endemismus erklärt werden. Im Folgenden werden beide Möglichkeiten beschrieben und zusammengefasst.

3.4.2 Erdgeschichtliche Aspekte

Die erdgeschichtliche Entwicklung, die für die heutige Aufteilung der Landmassen der Erde verantwortlich ist, ist ein wichtiger Faktor für das Verständnis der Verbreitung der weltweiten Vegetation, die in sechs Florenreiche eingeteilt wird: Holarktis, Neotropis, Paläotropis,

Capensis, Australis, Antarktis (Walter, 1990). Die Einteilung der Florenreiche erfolgt nach systematischer Zusammengehörigkeit verschiedener Pflanzensippen und den Regionen die sie besiedeln. Werden diese Regionen aus einer globalen Perspektive betrachtet, ergeben sich sechs große Regionen, die sich voneinander stark unterscheiden und den sechs Florenreichen entsprechen (Pott, 2005; Frey & Lössch, 2004). Die Florenreiche entwickelten sich unterschiedlich aufgrund der geographischen Trennung, die im Laufe der Erdgeschichte durch die Kontinentalbewegung stattfand (Walter, 1990).

Als Beispiel für den Einfluss der Erdgeschichte auf die Entwicklung der Pflanzen können die Koniferen genannt werden, die zu den ältesten Pflanzengruppen zählen. Sie durchliefen über lange Zeit eine gemeinsame Entwicklung, bevor sich die Kontinente trennten. Die Angiospermen entwickelten sich im Vergleich relativ spät im Tertiär. Hier gibt es größere Unterschiede bezüglich der Verbreitung innerhalb der Gruppe, da ihre Entwicklung stattfand, als sich die Kontinente bereits getrennt haben (Walter, 1990).

Laut Walter (1990) ist die Holarktis, was die geographische Verbreitung der Florenbereiche betrifft, bei weitem das größte Reich. Hier wird die gesamte Flora der nördlichen Hemisphäre zusammengefasst, weil die Trennung der Kontinente in diesem Bereich erst spät erfolgte (Pleistozän) und daher viele Ähnlichkeiten bestehen. Auf der südlichen Hemisphäre gibt es jedoch größere Unterschiede in der Flora. Man unterscheidet die Neotropis, die das Gebiet von Mittelamerika und Südamerika umfasst und die Paläotropis, die sich über Afrika und Asien erstreckt, sowie die Australis in Australien. Des Weiteren wird die Capensis in Südafrika als getrennt von der Paläotropis betrachtet. Die Antarktis umfasst die südlichsten Bereiche Südamerikas und die subantarktischen Inseln, wie zum Beispiel Neuseeland (Walter, 1990).

Prominente Beispiele für Pflanzen, die nur in einem Florenreich vorkommen, sind die Bromelien, die ausschließlich in der Neotropis vorkommen. Im Vergleich dazu sei die Gattung *Solanum* genannt, die ebenfalls aus der Neotropis stammt (Frey & Lössch, 2004).

Durch die geographische Trennung von Gebieten, die der gleichen Klimazone entsprechen, kommt es zur Ausbildung von Konvergenzen. Walter (1990) nennt hier das Beispiel der Sukkulenz bei den Kakteen der Neotropis und bei den Wolfsmilchgewächsen der Paläotropis. Beide Taxa haben sehr ähnliche Anpassungen entwickelt, obwohl sie nicht miteinander verwandt sind (Walter, 1990).

Auch die Bildung von Endemiten ist ein wichtiger Faktor, der durch geographische Trennung von Gebieten zustande kommt. Dies spielt vor allem auf Inseln eine Rolle, die allgemein eine besonders hohe Rate an Endemiten aufweisen (Walter, 1990).

3.4.3 Geobotanische Aspekte

3.4.4 Großlebensräume - Definition

Nach Walter (1976) kann die Erde in so genannte Zonobiome eingeteilt werden. Ein Biom stellt eine ökologische Einheit dar, die sich auf bestimmte biogeographische Regionen beziehen sowie deren entsprechendes Klima und den entsprechenden Organismengruppen. Ein Zonobiom ist folglich ein Biom, das von einer bestimmten Klimazone beziehungsweise einem zonalen Großklima geprägt ist und eine entsprechende Vegetation aufweist, sowie eine entsprechende Vielfalt an Ökosystemen (Walter, 1976). Nach Walter (1976) ist der wichtigste Faktor zur Einteilung der Zonobiome das Klima, weshalb auch die Zonobiome nach diesem benannt werden (Walter, 1976). Der Begriff ‚Zonobiom‘ wird oft synonym mit dem Begriff „Großlebensraum“ gebraucht, wie zum Beispiel bei Grabherr (1997). Die Verwendung des Begriffs Großlebensraum erscheint im Zusammenhang mit dem didaktischen Kontext dieser Arbeit sinnvoller als der Begriff „Vegetationszone“, weil er bereits relativ viel Information vermittelt. Darüber hinaus sind in dem Konzept auch abiotische Faktoren inbegriffen.

Nach Grabherr (1997) ist eine der größten Herausforderungen der Geobotanik, Großlebensräume zu definieren und abzugrenzen. Er nennt hier mehrere verschiedene Herangehensweisen. Eine Herangehensweise ist nach Grabherr (1997) die Methode von F. I. Woodward, einzelne Klimazonen in Verbindung mit bestimmten Wuchsformen zu bringen und so Vegetationszonen zu definieren (Woodward, 1987). Eine weitere Herangehensweise ist, Temperaturbereiche als limitierenden Faktor für das Vorherrschen bestimmter Vegetationstypen heranzuziehen. Insbesondere niedrige Temperaturen können von vielen Pflanzen nicht toleriert werden und stellen so häufig eine nördliche bzw. südliche Grenze für einen Großlebensraum dar, je nachdem welche Hemisphäre betroffen ist. So lassen sich „ökofunktionale Typen“ bestimmen, die einem bestimmten Klima zuzuordnen sind (Grabherr, 1997). Nach Grabherr (1997) ist damit aber nicht geklärt, warum manche Pflanzen, die sehr niedrige Temperaturen aushalten, nicht auch in wärmeren Gebieten zu finden sind. Eine mögliche Erklärung dafür ist die Konkurrenz, die nicht zulässt, dass alle ökofunktionalen Typen, die in

der jeweiligen klimatischen Zone theoretisch überleben könnten, auch dort wachsen (Grabherr, 1997).

Ein weiterer Zugang wäre, die Verfügbarkeit von Wasser als Maßstab heranzuziehen. Die Verfügbarkeit von Wasser sei hier die vorherrschende Niederschlagsmenge in Relation zum Verdunstungsgrad. Laut Grabherr (1997) gilt, dass ab einer Jahresniederschlagsmenge unter 400 mm kein Baumwuchs mehr zu erwarten sei, ab einer Menge über 600 mm hingegen dichte Bewaldung wahrscheinlich ist (Grabherr, 1997).

Eine Abgrenzung fällt weiters schwer, weil jeder Großlebensraum in sich nicht einheitlich ist. So kann innerhalb eines Zonobioms die Niederschlagsmenge oder die Temperatur stark variieren (Walter, 1976). Weitere Varianten sind Orobiome, Pedobiome oder azonale Vegetation. Orobiome sind Systeme in Gebirgen, die von einer vertikalen Zonierung des Klimas geprägt sind. Pedobiome sind vom Klima unabhängige Varianten eines Zonobioms, die durch spezielle Bodenbeschaffenheit geprägt sind. Azonale Vegetation ist Vegetation, die sich von der durch das vorherrschende Klima geprägten, zonalen Vegetation aufgrund von speziellen Bedingungen unterscheidet (Pott, 2005).

3.4.5 Großlebensräume der Erde - Einteilung

Nach diesen Gesichtspunkten kann eine Einteilung der Erde in neun Vegetationszonen mit entsprechenden Klimaten erfolgen, die jeweils einen bestimmten Großlebensraum darstellen (Grabherr, 1997; Schultz, 2010; Pott, 2005).

In der folgenden Tabelle wird ein Überblick über die Einteilung der Erde in Großlebensräume gegeben. Dafür werden einerseits die Einteilung in Zonobiome von Grabherr (1997) verwendet, andererseits die Einteilung von Schultz (2010). Schultz verwendet den Begriff „Ökozonen“ der dem Begriff Großlebensräume gleichzusetzen ist. Seine Einteilung beruht auf der Benennung der Ökozone nach dem jeweiligen Klima und der Zuordnung der vorherrschenden Pflanzenformation (Schultz, 2010).

Zonobiom (nach Grabherr, 1997, S.7-10)	Ökozone (nach Schultz 2010, S. 16)	Pflanzenformation (nach Schultz 2010, S. 16 und 22)
Tropische Regenwaldgebiete	Immerfeuchte Tropen	Regenwald
Tropisch-subtropische Regenzeitwälder	Sommerfeuchte Tropen	Trockensavanne Feuchtsavanne
Heiße Halbwüsten und Wüsten	Tropisch-subtropische Trockengebiete	Dornsavanne Wüste Halbwüste
Warmtemperate dürre- und episodisch frostbelastete Gebiete mit Hartlaubwäldern (=mediterranes Zonobiom)	Winterfeuchte Subtropen	Hartlaubvegetation
Warmtemperate, regenreiche episodisch frostbelastete Gebiete mit immergrünen Wäldern (= Lorbeerwaldgebiete)	Immerfeuchte Subtropen	Subtropischer Regenwald Lorbeerwald
Winterkalte Gebiete mit laubwerfenden Wäldern (= nemorales Zonobiom)	Feuchte Mittelbreiten	Sommergrüner Laubwald Temperater Nadelwald
Winterkalte Steppen, Halbwüsten und Wüsten	Trockene Mittelbreiten	Feuchtsteppe Trockensteppe Wüste/Halbwüste
Winterkalte Nadelwaldgebiete oder Taiga (= boreales Zonobiom)	Boreale Zone	borealer Nadelwald (=Taiga)
Tundren und polare Wüsten (polares Zonobiom)	Polare/subpolare Zone	Tundra

Tabelle 1: Einteilung der Erde in Großlebensräume nach Grabherr (1997 S. 7-10) und Schultz (2010 S. 16- 22)

3.4.6 Großlebensräume der Erde – Überblick

Im Folgenden werden die in der Tabelle angeführten Zonobiome kurz charakterisiert. Schwerpunkte sind die Beschreibung des Klimas, der vorherrschenden Vegetation und spezi-

elle Anpassungen an den Großlebensraum sowie eine geographische Einordnung des Gebietes. In manchen Fällen wird auch der anthropogene Einfluss kurz angesprochen. Es wird hier kein Anspruch auf Vollständigkeit gestellt. Vielmehr soll in Hinblick auf die folgende didaktische Verwendung ein Überblick über die wichtigsten Charakteristika des jeweiligen Großlebensraumes gegeben werden. Hierfür werden typische Beispiele ausgewählt und weder auf Oro- und Pedobiome eingegangen, noch auf azonale Vegetation. Die Autorin ist sich bewusst, dass der Komplexität des Konzepts Zonobiom nicht Rechenschaft getragen wird. Jedoch steht hier im Vordergrund, typische Kennzeichen des jeweiligen Zonobioms herauszuarbeiten, um einen klaren Überblick zu schaffen und die Informationen didaktisch nutzen zu können.

Immerfeuchte Tropen

Geographische Verbreitung

Nach Grabherr (1997) umfasst das Zonobiom der immerfeuchten Tropen die Landgebiete nördlich und südlich des Äquators zwischen den Wendekreisen. Das betrifft Gebiete in Mittel- und Südamerika, wobei sich das Zentrum hier im Amazonasbecken befindet. In Afrika ist vor allem das Kongobecken den immerfeuchten Tropen zuzuschreiben, sowie in Südostasien das indomalaiische Archipel, die Westküste Indiens, sowie kontinentalere Bereiche in Birma, Thailand, Vietnam, Kambodscha. Des Weiteren sind ein kleiner Teil der Ostküste Australiens und diverse Inseln im äquatorialen Bereich dazuzuzählen (Grabherr, 1997).

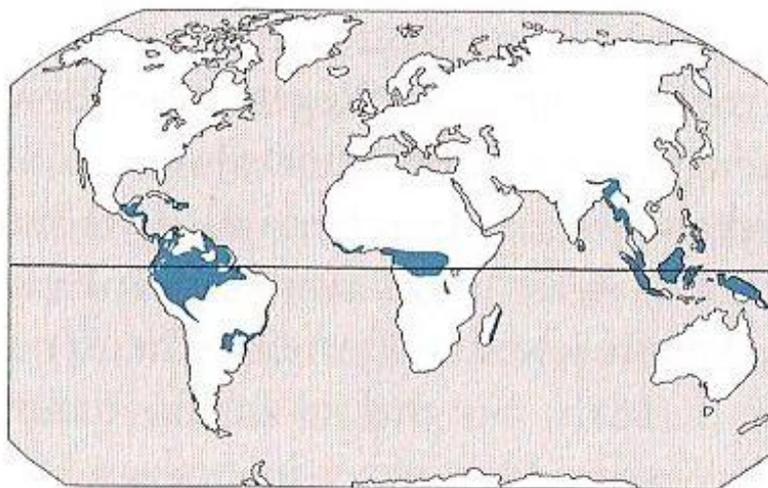


Abbildung 2: Weltweite Verbreitung immerfeuchter Tropen (Schultz, 2010, S. 104)

Klima

Es herrscht kein Jahreszeitenklima sondern Tageszeitenklima, das heißt die Temperaturamplitude eines Jahres überschreitet die Temperaturamplitude eines Tages nicht. Innerhalb eines Tages kann die Temperatur von 6°C bis 12°C schwanken. Typisch ist ein Jahresmittel von ca. 25°C – 27°C. Die Durchschnittstemperatur beträgt auch im kältesten Monat über 18°C, das heißt dass das Gebiet frostfrei bleibt.

Des Weiteren sind die Niederschlagsverhältnisse mit einer Jahresniederschlagsmenge von 2000-5000 mm kennzeichnend für das tropische Zonobiom (Frey & Lössch, 2004). Regengüsse fallen meist kurz nach dem Sonnenhöchststand. Es gibt keine expliziten Trockenzeiten. Trockene Perioden sind unregelmäßig und dauern von ein paar Tagen bis zu wenigen Wochen (Frey & Lössch, 2004). Die Luftfeuchtigkeit beträgt nie weniger als 75% und kann im Kernbereich der Wälder fast 100% erreichen (Pott, 2005). Durch die das ganze Jahr über gleichbleibenden Verhältnisse kommt es zu keiner Unterbrechung der Vegetationszeit (Grabherr, 1997).

Vegetation

Der vorherrschende Vegetationstyp der immerfeuchten Tropen ist der immergrüne tropische Regenwald. Kennzeichnend für diese Wälder ist eine ununterbrochene Vegetationszeit. Das führt dazu, dass sich die gesamte Biomasse etwa alle 20 Jahre einmal erneuert. Pro Hektar pro Jahr beträgt die Nettoprimärproduktion ca. 22 Tonnen, die Phytomasse ca. 450-800 t (Pott, 2005). Charakteristische Böden sind Rotlehmböden oder Ferrasole. Diese sind nährstoffarm und gekennzeichnet durch eine sehr dünne Humusschicht. Die Nährstoffe, die zum Beispiel durch Laubstreu an den Boden gelangen, werden sehr schnell umgesetzt. Dadurch befindet sich der größte Teil der Nährstoffe nicht in der Humusschicht, sondern in der Biomasse (Frey & Lössch, 2004).

Die typischste Form des tropischen Regenwaldes ist der Tieflandregenwald. Hier findet man den klassischen Stockwerksbau mit vereinzelt sehr hohen Bäumen, die bis zu 60 m hoch werden und die restlichen Pflanzen überragen. Darunter befinden sich drei bis vier weitere Stockwerke. Der Tieflandregenwald ist der artenreichste und lebensformreichste tropische Wald. Weitere Waldformationen sind die Bergregenwälder, die ab einer Höhenlage von 900 m als solche bezeichnet werden, sowie Mangrovenwälder, die tropische Meeresküsten säumen. Einen Überblick über die wichtigsten tropischen Waldformationen bieten Frey und Lössch (2004).

Hier soll nur auf typische Lebensformen des tropischen Tieflandregenwaldes als wichtigster Vertreter aller tropischen Vegetationsformationen gegeben werden. Wichtigste Lebensformen dieser Wälder sind Bäume, Lianen und Epiphyten. Bäume tragen zu der für tropische Regenwälder typischen vertikalen Gliederung bei. Die höchsten Bäume werden bis zu 60 m hoch und überragen die sogenannte Grundsicht, die von kleineren Bäumen und Büschen gebildet wird. Erwähnenswert ist, dass sich das Alter von tropischen Bäumen kaum bestimmen lässt, da durch die ununterbrochene Vegetationszeit keine Jahresringe entstehen (Grabherr, 1997).

Lianen sind eine im tropischen Regenwald stark ausgeprägte Wuchsform, die für diese Vegetationszone charakteristisch ist (Grabherr, 1997). Lianen nutzen andere Pflanzen als Gerüst, an dem sie vertikal in die Höhe wachsen können. Dadurch erhalten sie mehr Licht als in Bodennähe und müssen kein eigenes Stützgewebe ausbilden (Frey & Lösch, 2004).

Eine weitere wichtige Wuchsform sind Epiphyten. Anders als Lianen verwenden Epiphyten andere Pflanzen nicht als Stütze, sondern als Wuchsunterlage. Zum Beispiel wachsen sie in den höheren Regionen von Bäumen auf Ästen oder Stämmen und erhalten so mehr Licht wie am Boden (Frey & Lösch, 2004). Sie leben nicht parasitär, beziehen also keine Mineralstoffe oder anderes von der Unterlage. Limitierende Faktoren für Epiphyten sind Wasser und Mineralstoffe, die sie nicht wie andere Pflanzen aus dem Boden erhalten (Pott & Hüppe, 2007).

Besonders Epiphyten, die sehr weit oben im Kronendach wachsen und dadurch der Sonneneinstrahlung stark ausgesetzt sind, weisen bestimmte Anpassungen auf, die sie vor Austrocknung schützen (Grabherr, 1997). Zu diesen Anpassungen gehören Strategien, Niederschlagswasser aufzufangen und zu speichern, wie zum Beispiel die Blattristernen der Bromeliaceen. Diese bilden eine Blattrosette, mit der Wasser aufgefangen wird. Spezielle Schuppen an der Unterseite der Blätter, so genannte Saugschuppen, dienen der schnellen Aufnahme von Wasser (Pott & Hüppe, 2007). Eine weitere Anpassung sind die Luftwurzeln der Orchideen. Diese können über das *Velamen radicum*, eine spezielle Rhizodermis, sehr schnell Wasser aufnehmen und speichern. Das *Velamen radicum* besteht aus mehreren Schichten toter Zellen, von denen durch Osmose Wasser an die weiter innen liegenden lebenden Zellen weitergegeben wird (Pott & Hüppe, 2007). Weitere Anpassungen dienen der Wasserspeicherung. Viele Pflanzenarten, wie zum Beispiel Orchideen, verfügen über Knollen, mit denen Wasser gespeichert wird. Eine andere Strategie ist die Ausbildung von sukkulenten Blättern, in denen Wasser gespeichert werden kann (Pott & Hüppe, 2007).

Eine typische Anpassung an das vorherrschende Klima im Bereich der Blätter ist die Träufelspitze. Die Blätter tropischer Pflanzen weisen meist eine erstaunlich ähnliche Blattform auf: länglich und zugespitzt. Von dieser Blattform können die enormen Mengen an Wasser, die durch die permanenten Niederschläge auf die Blätter treffen, schnell abgeleitet werden. Das ist wichtig, weil zu viel Feuchtigkeit auf den Blättern Epiphyllie fördern würde, also den Bewuchs von Blättern mit Moosen, Flechten, Pilzen etc., was für das Blatt pathogen sein kann. Epiphyllie ist ein typisches Phänomen tropischer Regionen, weil Blätter hier im Vergleich relativ alt werden und so eher von Bewuchs betroffen sein können, als Blätter die wegen regelmäßiger Vegetationspause abgeworfen werden. Zusätzlich sind viele Blätter in den Tropen ledrig und mit einer relativ dicken Cuticula überzogen, was wiederum wasserabweisend wirkt, andererseits auch als Schutz gegen Transpiration dient. (Grabherr, 1997).

Anthropogene Einflüsse

Eine Möglichkeit, die Ressourcen des tropischen Regenwaldes relativ nachhaltig zu nutzen, ist der Wanderfeldbau. Hierfür werden kleinere Flächen des Regenwaldes abgeholzt und gerodet. Durch die Rodung werden die Mineralstoffe aus den Pflanzen frei und stehen dann für Kulturpflanzen zur Verfügung (Grabherr, 1997). Der Standort wird verlassen, wenn nicht mehr effektiv angebaut werden kann beziehungsweise der Wald den Standort wieder überwuchert. In Folge entsteht ein Sekundärwald. Um einiges problematischer ist die Rodung von riesigen Flächen für Plantagen oder zur Holzgewinnung. Da in den tropischen Wäldern ein sehr großer Anteil des weltweiten Kohlenstoffes gebunden ist, wird durch diese Rodungen in diesem Maßstab eine enorme Menge an Kohlendioxid frei, was mitunter ein Grund für die momentane Klimaveränderung sein könnte (Frey & Lössch, 2004)

Auf die Kultivierung tropischer Kulturpflanzen kann aber kaum verzichtet werden, wenn man bedenkt, dass hier viele Pflanzen kultiviert werden, die einen essentiellen Bestandteil unseres Alltags darstellen und weltweit genutzt werden. Dazu gehören zum Beispiel Reis, Kartoffeln, Kakao, Baumwolle, Bananen, Kaffee usw.

Was die Anbauggebiete tropischer Nutzpflanzen betrifft, werden heute laut Frey und Lössch (2004) die meisten Pflanzen in allen tropischen Gebieten angebaut. Folgende Pflanzen stammen aber ursprünglich aus der Paläotropis: Reis, Zuckerrohr, Tee, Kaffee, Zimt, Pfeffer, Ingwer, Kokosnuss und Banane. Zu den tropischen Kulturpflanzen, die aus der Neotropis stammen, zählen Kartoffel, Mais, Maniok, Süßkartoffel, Kakao, Paprika, Erdnuss, Tomate,

Kürbis usw. Ein Beispiel für eine Pflanze, die sowohl Vorfahren aus der Neotropis als auch der Paläotropis hat, ist die Baumwolle (Frey & Lösch, 2004, S. 358).

Ein schwerwiegendes Problem in Regenwaldgebieten ist die Entwaldung. Der Grad der weltweiten Entwaldung nimmt zwar generell ab, ist jedoch laut FAO¹⁴ dennoch zu hoch (FAO, 2010). Der größte Teil des weltweiten Verlustes von Wäldern ist auf die Rodung von tropischen Regenwäldern zurückzuführen. Eine Studie, die mittels Satellitenaufnahmen durchgeführt wurde, zeigte, dass es zwischen 1990 und 1997 zu einem Verlust von 0.5% des tropischen Regenwaldes gekommen ist (Achard, et al., 2002) Dabei stellte sich heraus, dass die Verlustrate bei weitem am höchsten in Asien war, gefolgt von Afrika und Südamerika (Corlett & Primack, 2008). Laut FAO konnte im Jahr 2010 aber zum Beispiel in Indonesien ein Rückgang der Entwaldung im Vergleich zum Jahr 1990 verzeichnet werden. Auch in Brasilien wurde die Verlustrate gesenkt. In anderen Ländern nimmt sie jedoch zu (FAO, 2010).

Sommerfeuchte Tropen

Geographische Verbreitung

Die nördliche und südliche Grenze der sommerfeuchten Tropen bildet jeweils der 30. Breitengrad, wobei diese Zone besonders in Südostasien ihren Schwerpunkt im Bereich des 30. Breitengrades hat. Ansonsten sind die Schwerpunkte dieser Zone eher um den 10. Breitengrad zu finden, wie zum Beispiel in Südamerika und Afrika (Grabherr, 1997).

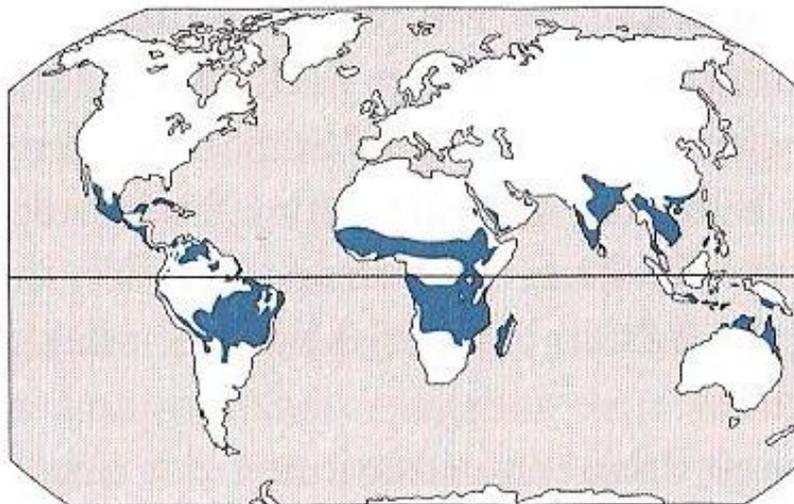


Abbildung 3: Weltweite Verbreitung sommerfeuchter Tropen (Schultz, 2010, S. 95)

¹⁴ Food and Agriculture Organization

Klima

Typisch für dieses Zonobiom ist, dass es eine große Bandbreite an ökologischen Verhältnissen aufweist. Im Gegensatz zum immerfeuchten Zonobiom ist es durch periodischen Wechsel von Trocken- und Regenzeit geprägt (Grabherr, 1997). Trockenzeiten werden hier definiert ab einem monatlichen Niederschlag von weniger als 60 mm. Mit zunehmendem Abstand zum Äquator treten über das Jahr verteilt stärkere Temperaturschwankungen auf (Pott, 2005). Regenzeiten fallen meist mit der wärmeren Jahreszeit zusammen (Grabherr, 1997).

Je nachdem, wie stark die Trocken- beziehungsweise die Regenzeit ausgeprägt ist, kommt es zu unterschiedlichen Ausformungen von Vegetation. Den Übergang zum immerfeuchten Zonobiom bilden halbimmergrüne Regenwälder mit einer Jahresniederschlagsmenge von weniger als 2000 mm und einer kurzen Trockenperiode. Diese gehen über in Saisonwälder, Monsunwälder oder Trockenwälder, die sich durch eine längere Trockenzeit auszeichnen (Frey & Lösch, 2004). Ab einer Niederschlagsmenge von weniger als 600 mm im Jahr gehen die Wälder in tropische Grasländer über (Grabherr, 1997). Hier dauert die Trockenperiode bereits von sieben bis zehn Monate (Pott, 2005).

Vegetation

Im halbimmergrünen Regenwald herrschen zwar mit ca. 2000 mm Jahresniederschlag Feuchtigkeitsverhältnisse, die mit den tropischen Regenwäldern vergleichbar sind, jedoch gibt es eine ausgeprägte Trockenheitsperiode (Grabherr, 1997). Dies bedingt unter anderem, dass es neben immergrünen Arten auch laubwerfende Bäume gibt, die bis zu zwei Drittel der Arten ausmachen. Die Bäume erreichen bis zu 45 m Höhe (Frey & Lösch, 2004).

Ab einer durchgängigen Trockenperiode von mindestens zwei Monaten spricht man von Trockenwäldern beziehungsweise trockenkahlen Wäldern oder Monsunwäldern. Trockenkahle Wälder weisen stärkeren Laubfall als halbimmergrüne Regenwälder auf (Pott, 2005). Die Baumschicht der Monsunwälder ist in der Trockenzeit generell entlaubt. Bäume des Monsunwaldes erreichen nur mehr eine Höhe von 25-35 m, eine weitere Folge der ausgeprägten Trockenzeit (Frey & Lösch, 2004). Eine Ausnahme von diesen Gebieten bilden die immergrünen Eukalyptuswälder Australiens, wo keine laubwerfenden Arten vorkommen (Grabherr, 1997).

Die trockensten Bereiche des sommerfeuchten Zonobioms bilden die tropischen Grasländer. Hier gibt es keine Vorkommen von hochwüchsigen Bäumen. Stattdessen ist dieser Standort

geprägt von xeromorphen Gräsern und einzeln stehenden Büschen oder Kleinbäumen. Diese beiden Vegetationstypen können gemeinsam auftreten, weil sie durch ihr unterschiedlich ausgeprägtes Wurzelsystem das durch die speziellen klimatischen und edaphischen Verhältnisse bedingte Wasserangebot optimal nutzen können. Die Gräser können in der feuchten Zeit das Wasser in den oberen Bodenschichten durch ihr feines, dichtes Wurzelsystem effektiv nutzen. Es findet intensive Fotosynthese statt, während die Gräser in der Trockenzeit verdorren und nur die Wurzeln zurückbleiben. Die Bäume und Sträucher hingegen sind immergrün, weil ihre Wurzeln in tiefere Bodenregionen reichen und dort Wasser aufnehmen können (Frey & Lösch, 2004).

Ein abiotischer Faktor, der in der subtropischen Zone eine wichtige Rolle spielt, ist Feuer. Natürlich auftretendes Feuer ist in manchen Gebieten fester Bestandteil des Ökosystems und es gibt zahlreiche Pflanzen, die speziell an diese Bedingung angepasst sind und sie überleben können. Vorteile für diese Pflanzen sind zum Beispiel die nährstoffreiche Asche und die Verfügbarkeit von Raum nach einem Feuer (Grabherr, 1997).

Anthropogene Einflüsse

Zu den wichtigsten menschenbedingten Eingriffen in die Ökosysteme des humido-ariden Zonobioms gehören Rodung und Plantagenwirtschaft. Durch Brandrodungen kann es geschehen, dass ursprünglich halbimmergrüne oder regengrüne Wälder in Graslandschaften verwandelt wurden und nun als Ackerland verwendet werden. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Errichtung von Plantagen für schnellwachsende Hölzer, Tee oder Sisal (Grabherr, 1997).

Tropisch-subtropische Trockengebiete

Geographische Verbreitung

Die tropisch-subtropischen Trockengebiete liegen im Bereich rund um den 30. Breitengrad. Große Gebiete befinden sich zum Beispiel in Australien sowie in Afrika, dominiert durch das Saharagebiet. In Südostasien wird die Ausbildung eines ariden Klimas durch die Monsunregenfälle verhindert. In Südamerika, Nordamerika und Südafrika sind einzelne Küstengebiete von aridem Klima betroffen (Grabherr, 1997)

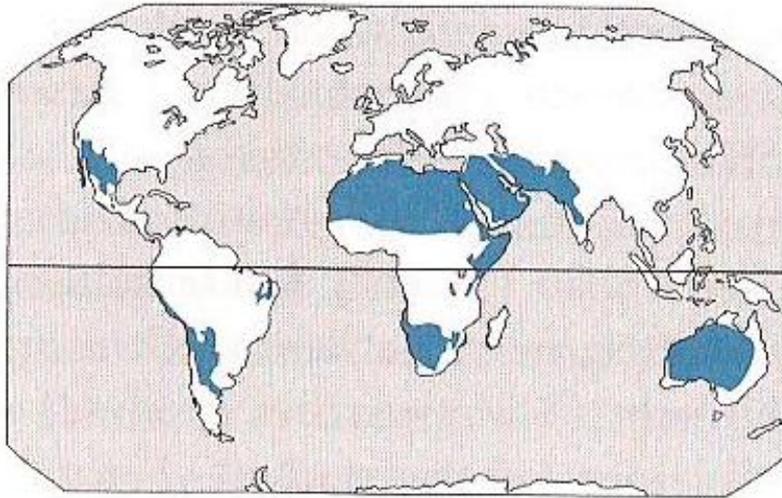


Abbildung 4; Weltweite Verbreitung tropische und subtropischer Trockengebiete (Schultz, 2010, S. 84)

Klima

Der Begriff „Wüste“ vereint mehrere verschiedene Strukturen, die nach Pott (2005) aufgrund von schwierigen Bedingungen wie Trockenheit, Kälte, Salzgehalt des Bodens u.a. wenig bis gar keine Vegetation aufweisen (Pott, 2005). Im Folgenden wird von den Trockenwüsten der subtropischen Zone gesprochen. Das spezielle Klima dieser Gebiete ist bedingt durch die Lage rund um den 30. Breitengrad. Hier sinkt die Luft, die über dem Äquator aufgestiegen ist, wieder ab, erwärmt sich dabei und verhindert die Bildung von Wolken. Die subtropischen Wüstengebiete sind geprägt von einer Jahresniederschlagsmenge unter 250 mm. Dabei sind die Niederschlagsmengen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich. Des Weiteren ist die Evaporationsrate im Vergleich mit der Niederschlagsmenge relativ hoch, was zu der alles bestimmende Trockenheit führt (Pott, 2005). Das Gebiet kann je nach Niederschlagsverhältnissen und -perioden noch genauer eingeteilt werden, wobei es Halbwüsten mit zwei oder einer Regenzeit gibt, Nebelwüsten sowie Vollwüsten. Eines der wichtigsten und größten Vollwüstengebiete ist die Sahara mit einer Fläche von neun Mio. km² (Grabherr, 1997). Weitere charakteristische Bedingungen des Wüstenklimas sind sehr starke Lichteinstrahlung sowie starke Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht (Pott, 2005).

Vegetation

Generell ist die Vegetation dieses Zonobioms durch Anpassungen an Trockenheit geprägt. Dazu gehört zum Beispiel das Ausbilden von unterirdischen Dauerorganen, wie Zwiebeln bei

Geophyten. Des Weiteren verfügen viele Wüstenpflanzen über CAM¹⁵-Stoffwechsel. Den CAM-Stoffwechsel betreiben zum Beispiel viele Crassulaceen, nach denen er auch benannt ist. Hierbei verschließen die Pflanzen tagsüber die Stomata, um sich vor Verdunstung zu schützen. In der Nacht werden diese geöffnet und CO₂ wird aufgenommen. Dieses wird zum Beispiel in Form von Malat fixiert und ist dann tagsüber für Stoffwechselprozesse verfügbar (Pott & Hüppe, 2007).

Ein weiteres Phänomen, das auf die Anpassung an Trockenheit zurückzuführen ist, ist Sukkulenz. Dies ist die Verdickung verschiedener Organe wie Blätter oder Stamm zur Wasserspeicherung. Sukkulenz tritt bei vielen Pflanzentaxa auf. Wichtige Vertreter sind die Cactaceae in Südamerika und Euphorbiaceae in Afrika (Pott, 2005).

Wichtige Anpassungen gegen Trockenheit sind außerdem Strukturen, die dem Verdunstungsschutz dienen. Das sind zum Beispiel Wachsschichten an der Pflanzenoberfläche, Behaarung oder die Verringerung der Oberfläche im Vergleich zum Volumen (Eggl, 1994).

Winterfeuchte Subtropen (=mediterranes Zonobiom)

Geographische Verbreitung

Das mediterrane Zonobiom liegt ungefähr zwischen 31. und 44. Breitengrad. Besonders stark ausgeprägt ist es im Mittelmeerraum. Andere Gebiete dieser Klima- und Vegetationszone befinden sich im Norden Kaliforniens, Chile, Südafrika und an der Nordwestküste Australiens (Pott, 2005).

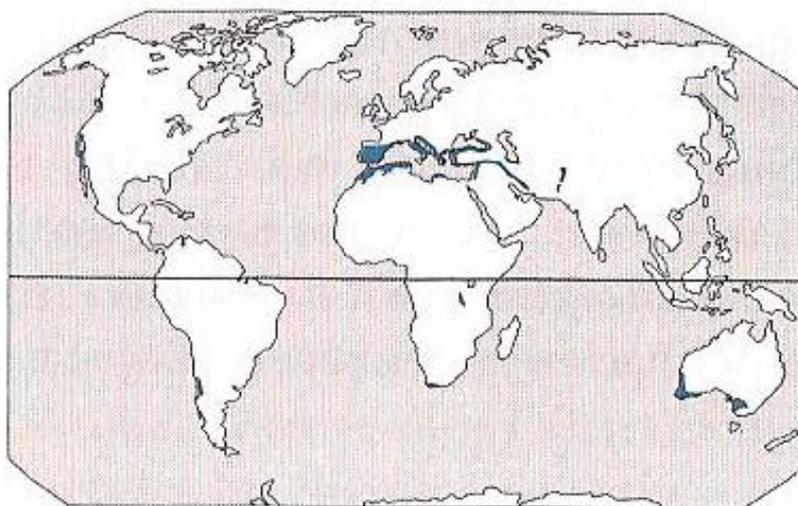


Abbildung 5: Weltweite Verbreitung winterfeuchter Subtropen (Schultz, 2010, S. 70)

¹⁵ Crassulaceae Acid Metabolism

Klima

Die Jahresniederschlagsmengen im mediterranen Zonobiom betragen 300 bis 1000 mm. Niederschlag fällt vor allem im kühlen Winter. Durch die hohe Niederschlagsrate entsteht eine gewisse Grundwasserreserve, die in vielen Fällen die Vegetation davor bewahrt, im niederschlagsarmen Sommer auszutrocknen (Grabherr, 1997).

Die Jahresmitteltemperatur des mediterranen Zonobioms beträgt ca. 25 °C. Die Sommer sind warm mit Temperaturen von über 25°C und von starker Sonneneinstrahlung geprägt. Im Winter treten zwar zum Teil Fröste auf, die Temperaturen liegen jedoch eher bei 7°C bis 13°C (Grabherr, 1997).

Vegetation

Typisch für diese Gebiete sind Pflanzen mit geringer Wuchshöhe und Anpassungen an Trockenheit. Zu diesen Anpassungen gehört Sklerophyllie, das heißt die Blätter sind versteift und bleiben auch bei sinkendem Turgordruck in Form (Pott, 2005). Die Versteifung entsteht durch Festigungsgewebe und das Ausbilden einer mehrschichtigen Epidermis (Pott & Hüppe, 2007). Die Blätter sind meist klein oder gefiedert, ledrig und mit einer relativ dicken Cuticula überzogen (Pott, 2005).

Das mediterrane Zonobiom ist von starkem anthropogenem Einfluss durch Kultivierung und Besiedlung geprägt. Georg Grabherr bezeichnet diese Gebiete sehr treffend als „Gunsträume des Menschen“ (Grabherr, 1997, S. 182) Vor allem der Mittelmeerraum gilt als einer der ältesten Kulturräume. Vorherrschende Kulturpflanzen sind Ölbäume, Wein, Feigen, Getreide, Zitrusfrüchte usw. (Pott, 2005)

Immerfeuchte Subtropen (=Lorbeerwaldgebiete)

Geographische Verbreitung

Schwerpunkte dieser Gebiete liegen um den 30. Breitengrad an den Ostküsten der Kontinente wie zum Beispiel im Südosten Nordamerikas, in China, Japan, an der Südostküste Australiens, Brasiliens und Afrikas sowie in Neuseeland. Weitere Gebiete an der Westküste der Kontinente befinden sich in Irland, an der Nordwestküste Spaniens, in der Schweiz oder in Chile. Gebiete an den Ostküsten der Kontinente sind von Sommerniederschlägen geprägt, die kleineren Gebiete der Westküsten von Winterniederschlägen. Damit gehen auch Unterschiede in der Vegetation einher. Die Gebiete der Ostküsten sind hauptsächlich immergrün, die Gebiete der Westküsten weisen laubwerfende Wälder oder Nadelwälder auf (Grabherr, 1997).

Generell kann gesagt werden, dass die Lorbeerwaldgebiete derzeit relativ kleine Gebiete abdecken. Aufgrund von Fossilfunden und dem Auftreten von lebenden Fossilien wie Ginkgos oder Mammutbäumen kann man aber darauf schließen, dass diese Gebiete im Tertiär sehr viel weiter verbreitet waren (Grabherr, 1997).

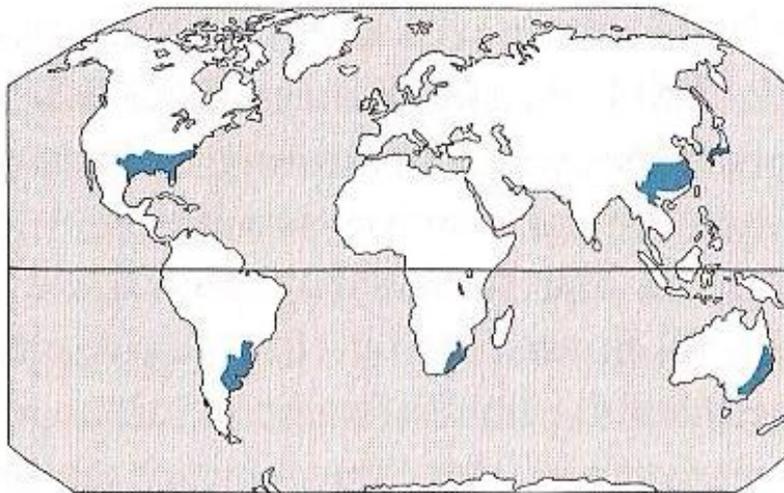


Abbildung 6: Weltweite Verbreitung immerfeuchter Subtropen (Schultz, 2010, S. 78)

Klima

Die immerfeuchten Subtropen werden auch temperate Regenwälder genannt, was darauf hinweist, dass dieses Gebiet von starken Niederschlägen geprägt ist, sich aber nicht in der tropischen Zone befindet. Das heißt, dass es in diesem Gebiet im Gegensatz zu den Tageszeitenklimaten der tropischen Regenwälder ein Jahreszeitenklima gibt. Die Jahresniederschlagsmenge des Zonobioms ist mit 1000 mm bis 6000 mm vergleichbar mit den Tropen. Die Winter sind kühl, das Minimum liegt mit ca. 2°C über der Frostgrenze. Die Jahresmitteltemperaturen betragen 13°C bis 17°C. Die Temperaturverhältnisse schwanken jedoch stark im Jahresverlauf und je nach geographischem Gebiet beziehungsweise geographischer Breite (Pott, 2005).

Vegetation

Wie bereits erwähnt, herrschen in den Gebieten an den Ostküsten der Kontinente Lorbeerwälder vor. Die Lorbeerwaldvegetation ist geprägt durch immergrüne, ledrige Belaubung und einer Baumhöhe von ca. 30 m. Weitere typische Vegetationsformen sind winterkahle Gehölze oder Nadelbäume (Pott, 2005)

Laut Frey und Lösch (2004) gehören die temperaten Regenwälder zu den gefährdetsten Gebieten weltweit. Die Hälfte der Wälder wurde bereits abgeholzt. Dies steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der relativ hohen Phytomasseproduktion, die aufgrund der Klimaverhältnisse stattfinden kann (Frey & Lösch, 2004).

Feuchte Mittelbreiten (=nemorales Zonobiom)

Geographische Verbreitung

Das nemorale Zonobiom befindet sich ausschließlich auf der Nordhalbkugel und fehlt auf der südlichen Hemisphäre. Die Zentren befinden sich in Nord- und Mitteleuropa, Ostasien sowie im Osten von Nordamerika. Die nemorale Zone in Europa ist um ca. 10 Breitengrade versetzt im Vergleich mit Asien und Nordamerika, was auf die Wirkung des Golfstroms zurückzuführen ist, der das Klima an der Atlantikküste mildert (Grabherr, 1997).

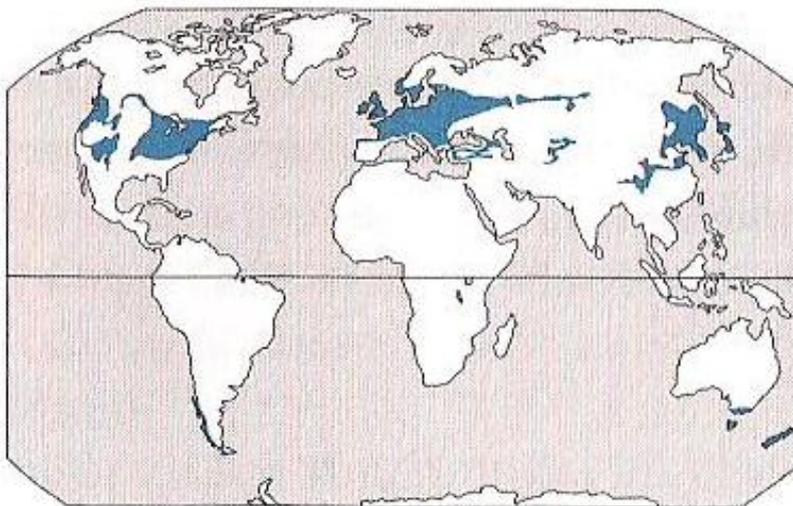


Abbildung 7: Weltweite Verbreitung feuchter Mittelbreiten (Schultz, 2010, S. 52)

Klima

Hier herrscht ein ausgeprägtes Jahreszeitenklima mit kalten Wintern vor. Die Winter dauern drei bis vier Monate mit einem Monatsmittel bei 0°C und Frösten bis zu -25°C. Durch diesen Winter ist die Vegetationszeit klar unterbrochen und nur frostresistente Pflanzen können hier überleben (Grabherr, 1997). Die Sommer sind mild mit mittleren Temperaturen von 15°C im Juli (Pott, 2005). Mittlere Jahresniederschlagsmengen betragen 500 bis 1200 mm pro Jahr (Grabherr, 1997).

Die Vegetationszeit in dieser Zone beträgt mindestens 120 Tage, was für die Ausbildung von Laubwäldern notwendig ist. In Zonen mit kürzeren Vegetationszeiten beginnen Nadelhölzer zu dominieren, wie zum Beispiel in höheren Gebirgslagen oder in der weiter nördlich liegenden borealen Zone (Frey & Lösch, 2004).

Vegetation

In der nemoralen Zone dominieren winterkahle beziehungsweise sommergrüne Laubwälder. Für die Vegetation der nemoralen Zone sind die Bedingungen im Winter standortbestimmend. Durch die Unterbrechung der Vegetationszone sind gewisse Anpassungen zur Überdauerung des Winters notwendig, was in der nemoralen Zone vor allem Laubwurf bei Gehölzen bedeutet. Laubwerfende Bäume treten im Winter in eine Ruhephase, die im Herbst durch die immer kürzer werdenden Tage und die damit verbundene Verringerung der Lichteinstrahlung ausgelöst wird (Pott, 2005). Das Fehlen von Laub ist aus zwei Gründen ein Vorteil: einerseits kann bei winterlichen Lichtverhältnissen keine effektive Fotosynthese mehr betrieben werden, andererseits ist der Laubwurf auch ein Schutz vor Austrocknung. Im Winter kann die Wasserversorgung aus dem Boden nicht mehr gewährleistet werden, da der Boden gefroren ist. Pflanzen mit transpirierendem Laub würden hier vertrocknen (Grabherr, 1997).

Die winterkahlen Laubwälder erreichen eine Höhe von ca. 30 bis 35m und sind aus folgenden Schichten aufgebaut: Baumschicht, Strauchschicht, Krautschicht (Pott, 2005). Die für Nadelwälder typische Mooschicht fehlt und wird hier durch eine Laubschicht ersetzt.

Das gesamte Gebiet der nemoralen Zone gehört zum Pflanzenreich der Holarktis und zu den typischen Pflanzen gehören laut Grabherr (1997) „Buchen- Birken- und Rosengewächse“ (Grabherr, 1997, S. 256). Typisch ist weiteres mesophylles Laub, das im Vergleich zu immergrünen Blättern eher dünn ist. Durch diese im Vergleich geringe Phytomasse ist das mesophylle Blatt an die verkürzte Vegetationszeit und geringere Lichteinstrahlungswerte angepasst (Grabherr, 1997).

Die Artenvielfalt der sommergrünen Laubwälder ist in Europa im Vergleich gering. Aufgrund der Eiszeiten wurde die Vegetation immer wieder reduziert. Die Wiedereinwanderungen der Arten wurde durch die Gebirgszüge Europas, allen voran die Alpen, erschwert (Pott, 2005).

In Mitteleuropa ist die dominanteste Art *Fagus sylvatica*. Weitere Arten gehören zu den Gattungen *Quercus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus* und andere. Die typischsten Laub-

waldformationen des nemoralen Gebietes sind Buchenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder und Eichenmischwälder. Buchenwälder dominieren in Westeuropa und erstrecken sich nördlich bis Russland. In Bereichen, in denen die Rotbuche an ihre ökologischen Grenzen stößt, wird der Buchenwald vom Eichen-Hainbuchenwald abgelöst. Dies ist zum Beispiel in eher basischen oder trockenen Gebieten der Fall. In sauren und sehr warmen Bereichen übernimmt der Eichenmischwald das Landschaftsbild. Dies ist zum Beispiel in Übergangsbereichen zum mediterranen Zonobiom oder an isolierten Standorten der Fall (Frey & Lösch, 2004).

Anthropogene Einflüsse

Anthropogene Einflüsse in der nemoralen Zone sind massiv. Hier lebt ca. ein Drittel der gesamten Weltbevölkerung, wobei sich der Schwerpunkt des Weltbevölkerungswachstums momentan in die Tropen verlagert (Grabherr, 1997). Durch die extrem dichte Besiedelung und die starke landwirtschaftliche Nutzung wurde die ursprüngliche Vegetation auf ein Minimum reduziert. Würde unter normalen Umständen Wald dominieren, so gibt es heute nur mehr sehr kleine Gebiete, die als naturbelassene Urwälder bezeichnet werden könnten. Dominant sind der Anbau von Getreide- und Obstbau, Viehwirtschaft und zum Teil Weinbau (Frey & Lösch, 2004)

Alpen als azonaler Standort des nemoralen Zonobioms

Der Botanische Garten der Universität Wien verfügt über ein Alpinum, das sich auf Grund seiner attraktiven Gestaltung und günstigen Lage für das Projekt anbietet. Daher sollen hier die Alpen als einziger azonaler Standort erwähnt werden.

Die alpine Stufe kommt in fast allen der erwähnten Großlebensräume vor. Laut Körner (2003) nimmt die alpine Stufe eine Sonderstellung in der Auflistung dieser Lebensräume ein, da sie Teilgebiet der meisten Großlebensräume ist und auch durch deren unterschiedliche Bedingungen je nach Lage unterschiedlich geprägt ist. So ist das alpine Klima weltweit nicht einheitlich (Körner, 2003), jedoch lassen sich einige Gemeinsamkeiten nennen:

- Abnahme von atmosphärischen Druck sowie den Partialdrücken von O₂ und CO₂ im selben Verhältnis
- Abnahme von Temperatur
- Abnahme von Luftfeuchtigkeit
- Zunahme der Sonneneinstrahlung

- Zunahme der UV-Strahlung
- Zusätzlich herrscht in manchen alpinen Stufen sehr starker Wind
- Starke Tagestemperaturamplitude (Körner, 2003; Kremer, 2001)

Pflanzen müssen daher mit einer Reihe von Bedingungen zurechtkommen. In der alpinen Stufe ist die Gefahr der Austrocknung durch Wind und durch besonders hohe Lichteinstrahlung gegeben. Durch Wind kommt es außerdem zu starker mechanischer Belastung. Eine weitere Belastung ist die hohe UV-Einstrahlung sowie die kurze Vegetationsperiode. Letzter gilt vor allem für die die alpine Stufe außerhalb der Tropen, sprich für die Alpen in Mitteleuropa (Körner, 2003).

Auffällig ist vor allem das Fehlen von Bäumen in der alpinen Stufe. Auf die Waldgrenze bei ca. 2000m folgt die Krummholzstufe, ab der dann nur mehr alpine Rasen dominieren (Kremer, 2001). Typischste Wuchsformen der darauf folgenden alpinen Stufe sind laut Körner (2003) Polsterpflanzen, kleinwüchsige Büsche, bodendeckende Pflanzen, horstbildende Pflanzen wie zum Beispiel Gräser und Seggen und rosettenbildende Pflanzen. Zum Teil kommen in besonders trockenen Gebieten auch Sukkulente und Geophyten vor (Körner, 2003).

Trockene Mittelbreiten

Geographische Verbreitung

Hauptbereiche liegen in Asien, Nordamerika und Argentinien. In Asien befindet sich das Zonobiom der trockenen Mittelbreiten, auch kontinentales Zonobiom genannt, in Zentralasien und zieht sich bis in den Osten Chinas, in den Süden Sibiriens bis nach Mitteleuropa und in den Norden der Schwarzmeerländer. In Nordamerika befindet sich die Zone im Nordosten entlang der Rocky Mountains. Hier wird die Steppe als „Prärie“ bezeichnet. In Südamerika entspricht der größte Teil Argentinien dem kontinentalen Zonobiom und wird „Pampa“ genannt (Frey & Löss, 2004).

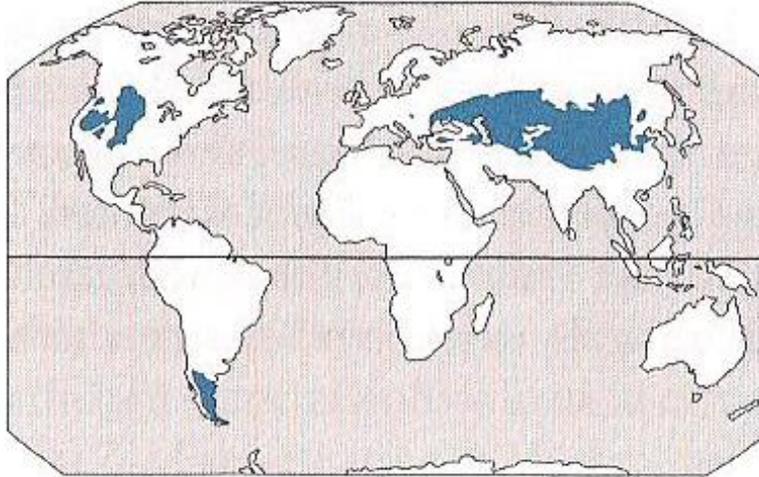


Abbildung 8: Weltweite Verbreitung feuchter Mittelbreiten (Schultz, 2010, S. 60)

Klima

Die Jahresniederschlagswerte fallen hier unter 500 mm, was die Ausbildung eines Waldes nicht mehr zulässt (Pott, 2005). Die Sommer sind trocken, die Winter kalt mit zum Teil extremen Frösten. Kennzeichnend sind starke Temperaturamplituden mit Jahresmittel von 8-20°C und Frösten bis zu -20°C und darunter (Grabherr, 1997).

Vegetation

Die Pflanzen dieser Zone leben unter extremen klimatischen Bedingungen, die die Ausbildung von Vielfalt extrem einschränkt. Vorherrschende Landschaftsformen werden als Steppen, Halbwüsten und Wüsten bezeichnet und gehen ineinander über. Als Steppe wird allgemein ein Gebiet ohne Bäume bezeichnet, das von krautigen Pflanzen geprägt ist, wie zum Beispiel an Trockenheit angepasste Gräser, Einjährige, Halbsträucher oder Geophyten. Steppen unterscheiden sich von den Savannen in den tropischen Zonen durch das Fehlen von Bäumen und Sträuchern (Pott, 2005; Frey & Lösch, 2004).

Boreale Zone

Geographische Verbreitung

Die boreale Zone zieht sich über die gesamte nördliche Hemisphäre zwischen dem 50. und dem 60. Breitengrad. Große Bereiche befinden sich im Norden Nordamerikas in Alaska und Kanada, im Norden Europas in Skandinavien, sowie in Sibirien (Grabherr, 1997).

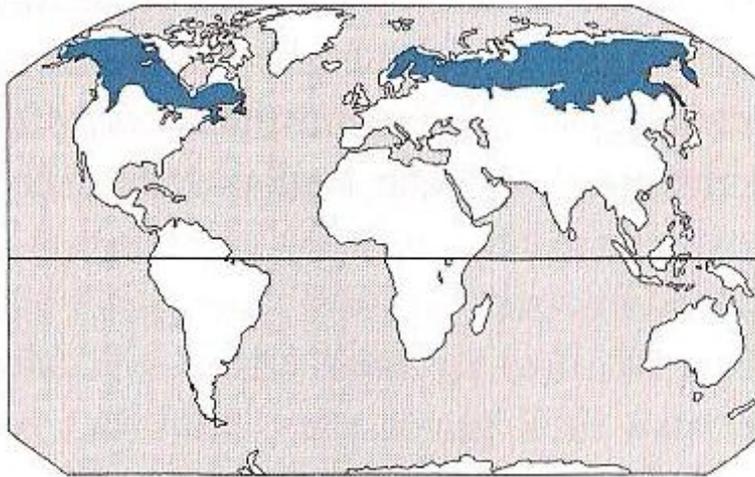


Abbildung 9: Weltweite Verbreitung der borealen Zone (Schultz, 2010, S. 60)

Klima

Die nemorale Zone geht in die boreale Zone über, wenn die Vegetationsperiode mit Tagesmitteln über 10°C weniger als 120 Tage beträgt und damit zu kurz ist für sommergrüne Laubwälder. Ab dann beginnen Nadelhölzer zu dominieren. Die Jahresmitteltemperatur ist relativ wenig aussagekräftig, weil in diesem Gebiet innerhalb eines Jahres eine Temperaturamplitude von bis zu 100°C erreicht werden kann. Beispielsweise wurde in Ostsibirien bis zu -70°C im Winter gemessen, während im Sommer an sehr heißen Tagen Temperaturen bis zu 30°C herrschen (Pott, 2005). Jahresniederschläge betragen ca. 500 mm (Grabherr, 1997).

Vegetation

Die vorherrschende Vegetationszone wird als ‚Taiga‘ bezeichnet. Die Taiga setzt sich vorwiegend aus immergrünen Nadelwäldern zusammen (Pott, 2005). Nadelhölzer können aufgrund ihrer Frostresistenz immergrün bleiben. Der Bau der Nadelblätter verhindert zu starke Transpiration und beugt so Frosttrocknis vor. Das erlaubt ihnen, auch außerhalb der Vegetationsperiode Fotosynthese zu betreiben. Dies ist notwendig, da es nicht möglich wäre, die

Fotosyntheseorgane in der kurzen Vegetationszeit jährlich wieder aufzubauen. Die übrige Vegetation besteht aus Moosen, Flechten und Zwergsträuchern (Frey & Lössch, 2004).

Polare/subpolare Zone

Geographische Verbreitung

Gebiete des polaren Zonobioms befinden sich sowohl auf der Nord- als auch der Südhalbkugel zwischen 60. und 70. Breitengrad. Auf der Südhalbkugel betrifft dies nur einen kleinen Teil der Antarktis, da das größte Gebiet dieser Zone Meer ist. Südlich davon ist sie durch die Antarktis begrenzt, die als vergletscherte Landmasse auftritt. Die polaren Gebiete der Nordhalbkugel sind viel größer und werden nördlich vom Polarmeer begrenzt (Grabherr, 1997).

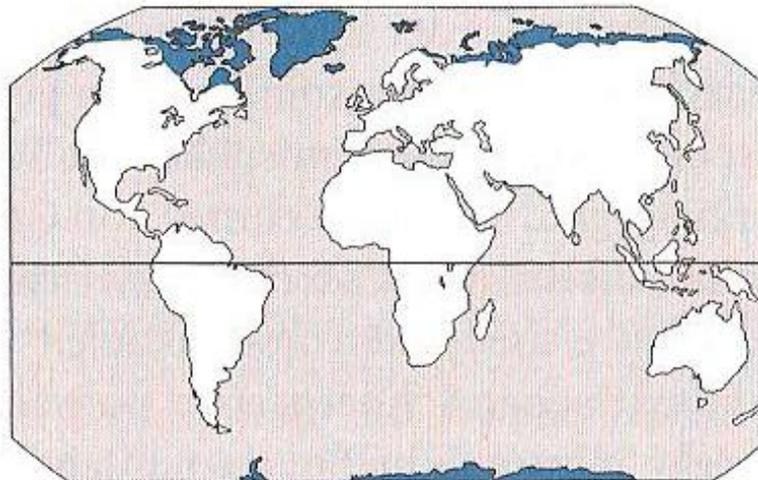


Abbildung 10: Weltweite Verbreitung der polaren/subpolaren Zone (Schultz, 2010, S. 35)

Klima

Diese Zone ist gekennzeichnet durch sehr lange, kalte Winter, die mehr als acht Monate dauern. Des Weiteren ist die Periode, in der Tagesmittel über 10°C betragen, weniger als 30 Tage lang (Frey & Lössch, 2004). Die polare Zone gilt als eher niederschlagsarm. In manchen Gebieten fällt jährlich weniger als 50 mm. Hier kommt es zur Ausbildung von Kältewüsten (Pott, 2005).

Vegetation

Diese Gebiete sind geprägt durch sehr wenig Vegetation oder überhaupt dem Fehlen von Vegetation. Bereiche, in denen Vegetation auftritt, befinden sich zum Beispiel in Grönland. Hier findet man die für diese Zone typische Tundrenvegetation. Laut Pott (2005) besteht

diese aus polsterförmigen Pflanzen, Flechten, Moosen, Gräsern und krautigen Pflanzen, sowie verholzten Pflanzen (Pott, 2005).

Die Vegetation dieser Zone ist an schwankende Bedingungen angepasst. So kommt es zu einer großen Temperaturamplitude während des Jahres. Auch die Sonneneinstrahlung schwankt stark. Im Sommer kommt es an wenigen Tagen zu Einstrahlungswerten von bis zu 24 Stunden, während im Winter Einstrahlung fast völlig fehlt. Das führt dazu, dass Photosynthese nur an wenigen Tagen im Jahr stattfindet, dann aber sehr effektiv ist (Pott, 2005).

3.4.7 Explikation

Der Themenbereich der Geobotanik, insbesondere der Bereich der Großlebensräume, ist geprägt von uneinheitlichen Definitionen und Einteilungen. Wie bereits erwähnt, stellt es eine große Herausforderung dar, die Erde in bestimmte Zonen einzuteilen und diese klar voneinander abzugrenzen. Es gibt dafür verschiedene Herangehensweisen und Maßstäbe, die je nach Autor_in variieren. Dies führt zu einer uneinheitlichen Verwendung von Begrifflichkeiten.

Sinnvoll erscheint es daher, sich auf ein Referenzschema zu beziehen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde vor allem die Einteilung von Georg Grabherr herangezogen. Des Weiteren ist es in einem didaktischen Kontext von Vorteil, „sprechende Begriffe“ zu verwenden, wie zum Beispiel „winterkalt“. Dieser Begriff sagt bereits aus, dass es sich hier um ein Gebiet handelt, wo im Winter niedrige Temperaturen herrschen.

Ein weiterer Punkt, den es sich bewusst zu machen gilt, ist, dass jede Einteilung der Erde in Großlebensräume verallgemeinernd ist und unvollständig bleibt. Wie bereits im Kapitel „Großlebensräume - Definition“ erwähnt, ist kein Großlebensraum einheitlich und die genannten Bedingungen, wie zum Beispiel Klima, treffen nie für das gesamte Gebiet gleichermaßen zu.

3.4.8 Strukturierung

- Es gibt zwei Möglichkeiten, die Vegetation der Erde einzuteilen, und zwar
 - nach ähnlicher stammesgeschichtlicher Entwicklung.
 - nach ihrer Zugehörigkeit zu einem bestimmten Ökosystem und den entsprechenden Lebensformtypen.
- Großlebensräume sind großflächige Ökosysteme, die von einem Großklima geprägt sind und eine typische zonale Vegetation aufweisen.

- Es gibt neun verschiedene Großlebensräume, die jeweils nach Klima und Vegetation eingeteilt werden.

3.5 Ökosysteme im Botanischen Garten Wien

3.5.1 Geschichte des Gartens

Die Gründung des Botanischen Gartens der Universität Wien erfolgte 1754 unter Kaiserin Maria Theresia. Als *Hortus medicus* war er ursprünglich dafür gedacht, Medizinstudent_innen ein Studium der in der Medizin verwendeten Pflanzen zu ermöglichen. Unter Nikolaus Joseph Freiherr von Jacquin, der 1768 die Leitung des Gartens übernahm, wurde der Garten mehr und mehr für Forschungszwecke und wissenschaftliches Arbeiten verwendet, die sich nicht nur im medizinischen, sondern auch im botanischen und chemischen Bereich bewegten (Geschichte des HBV, 2012).

Sein Sohn Joseph Franz Freiherr von Jacquin und später Stephan Endlicher prägten dann eine völlige Umgestaltung des Gartens. Die Pflanzen sollten nach einem natürlichen System geordnet werden, dass sich nach systematischen Gesichtspunkten richtet (Geschichte des HBV, 2012).

Anton Kerner von Marilaun übernahm 1878 den Garten und führte erstmals pflanzengeographische Gruppen ein. Damit hatte der Garten drei Schwerpunkte: Pflanzensystematik, Pflanzengeographie und Gewächshäuser (Geschichte des HBV, 2012).

1930 unter der Leitung von Richard von Wettstein erhielt der Botanische Garten den Host'schen Garten, dessen Schwerpunkt die österreichische Flora darstellt. Dieser Teil wurde 1970 bei der Übernahme der Gartenleitung durch Friedrich Ehrendorfer öffentlich zugänglich. Zusätzlich wurde Versuchsfelder für wissenschaftliches Arbeiten eingeführt. (Geschichte des HBV, 2012)

Heute stellt der Botanische Garten ein Zentrum für Biodiversitätsforschung und deren Schutz dar (Geschichte des HBV, 2012). Näheres zu der aktuellen Forschung zu ex-situ und in-situ-Schutz wird im Kapitel „Biodiversitätsschutz“ erläutert.

Heute liegt der Fokus nicht mehr auf der pflanzengeographischen Einteilung. Trotzdem lassen sich einzelne Standorte finden, die einen gewissen Großlebensraum repräsentieren. Zu beachten sind natürlich die Bedingungen, die am Originalstandort herrschen und sich grundlegend von den vorherrschenden Bedingungen im Botanischen Garten unterscheiden. Aufgrund dieser Faktoren können die im Garten kultivierten Pflanzen nur in einem gewissen

Maße repräsentativ sein, da sie sich für die Kultivierung vor Ort eignen müssen und auch nach diesen Gesichtspunkten ausgewählt wurden.

4 Quantitative Analyse

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine schriftliche Erhebung mittels Fragbogen durchgeführt, deren Ziel es war, Informationen über die Interessen von Oberstufenschüler_innen zu den Themen des Projekts zu erhalten. Diese Erhebung sollte dabei helfen, das Themenfeld für die Planung des Projektes einzuschränken. Basierend auf der Interessentheorie wird davon ausgegangen, dass Interesse einen positiven Einfluss auf die Lernmotivation hat und dieses Potential nach Möglichkeit genützt werden sollte. Daher sollte erhoben werden, welche Themengebiete die Schüler_innen besonders interessieren, um dann bei der Projektplanung einen entsprechenden Fokus setzen zu können.

Im Folgenden wird eine kurze Einführung in die Interessentheorie gegeben. Im Anschluss wird die Methode der schriftlichen Befragung genauer erläutert und die Vorgehensweise in diesem konkreten Fall beschrieben.

4.1 Interessentheorie

4.1.1 Theorie der Interessensbildung

Allgemein wird davon ausgegangen, dass sich Interesse aus kognitiven und affektiven Komponenten zusammensetzt. Mit kognitiven Komponenten ist das bereits vorhandene Wissen gemeint, das bei der interessierten Person zu einem gewissen Inhalt besteht. Die affektiven Komponenten beziehen sich vor allem auf Werte und Gefühle, die diesem Inhalt zugeschrieben werden (Renninger, 1889; Hidi, 1990).

Diese Definition kann noch ergänzt werden um die Funktion, die Interesse hat:

„Interest as a motivational variable refers to the psychological state of engaging or the predisposition to reengage with particular classes of objects, events, or ideas over time.“ (Hidi & Renninger, 2006, S. 112)

Bei dieser Definition steht vor allem die Motivation im Vordergrund. Interesse als psychologischer Zustand ruft Motivation in Bezug auf einen bestimmten Inhalt hervor. Weiters werden verschiedene Arten von Interesse unterschieden. Zu unterscheiden sind einerseits individuelles Interesse und andererseits Interesse, das aus einer Situation heraus entsteht. Individuelles Interesse entsteht durch persönliche Voreinstellungen zu bestimmten Inhalten und Themen, die sich durch relativ hohe Beständigkeit auszeichnen. Diese Art von Interesse geht

von der jeweiligen Person selbst aus. Situationales Interesse hingegen wird durch Reize aus der Umwelt hervorgerufen und entsteht in einer gewissen Situation, wird also von außen ausgelöst (Hidi & Renninger, 2006).

Bei dem Prozess der Interessensentwicklung wird davon ausgegangen, dass die jeweilige Person einem Gegenstand zunächst indifferent gegenüber steht. Nachdem die Person mit dem Gegenstand in Berührung gekommen ist, kann es je nach Grad der Interessantheit des Gegenstands für die Person zu einer *catch*-Situation kommen (Mitchell, 1993), das heißt es entsteht ein momentanes situationales Interesse. Bleibt dieses Interesse aufgrund günstiger Faktoren bestehen, kommt die es zu einer so genannten *hold*-Situation (Mitchell, 1993), das im weiteren Verlauf zu einem ausgeprägten individuellen Interesse wird (Vogt, 2007). Umgekehrt kann es bei Ausbleiben des *catch* laut Upmeier (2001) zur Ausbildung von Nicht-Interesse führen, das in Desinteresse und Abneigung unterteilt werden kann. Eine Person ist dann desinteressiert, wenn sie dem Gegenstand gegenüber gleichgültig ist. Von Abneigung spricht man dann, wenn die Person starke negative Assoziationen zu dem Gegenstand entwickelt (Upmeier zu Belzen & Vogt, 2001).

Damit sich eine *catch*-Situation entwickelt, in der sich situationales Interesse bilden kann, sind bestimmte Reize notwendig, die dieses Interesse hervorrufen. Diese können struktureller Natur sein oder durch bestimmte Inhalte ausgelöst werden. Strukturelle Faktoren wären laut Ainley et al. (2002) zum Beispiel Informationen, die neu oder ambivalent sind (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002). Hidi (1990) meint dazu, Informationen erzeugen dann Interesse, wenn sie eine Form von Konflikt oder Unsicherheit auslösen. Potential für solche Konflikte liefern zum Beispiel folgende Gegensatzpaare: neu vs. bekannt, überraschend vs. erwartet, einfach vs. komplex (Hidi, 1990). Anderson et al. (1987) definieren vier verschiedene Hauptfaktoren, die situationales Interesse hervorrufen. Diese seien

- Dinge, die aus der Rolle fallen, ungewöhnlich und/oder neu sind
- Themen, mit denen sich Personen identifizieren können
- Themen, die Aktivität oder Emotionen involvieren
- Themen, die ein bestimmtes individuelles Interesse ansprechen (Anderson, Shirey, Wilson, & Fielding, 1987)

Sind diese Faktoren gegeben, können sie dazu beitragen, dass ein Thema für eine Person bedeutsam wird und sich Interesse entwickelt. Dieser Prozess kann zum Beispiel bei der Lek-

türe eines Textes stattfinden, der besagte Themen und Stimuli enthält. Werden diese Themen für die Person persönlich bedeutsam, indem ein persönlicher Bezug geschaffen wird, kann sich aus diesem persönlichen Bezug ein beständiges, individuelles Interesse entwickeln, das auch nach der Beschäftigung mit dem Thema bestehen bleibt. Das heißt, je relevanter das Thema für die Person, desto eher kommt es zur Interessensbildung (Hidi & Renninger, 2006).

Ein weiterer Faktor, der die Entwicklung von Interesse beeinflusst, ist das Vorwissen, das zu dem Thema besteht. Bei einer Studie von Ainley, Hidi & Berndorff (2002) wurden Schüler_innen vier verschiedene Texte vorgelegt. Dann wurde überprüft, mit welchen Texten sie sich wie lange beschäftigen und welche Informationen sie sich danach angeeignet hatten. Das jeweilige Vorwissen wurde dafür ebenfalls getestet und es stellte sich heraus, dass Vorwissen die Wahl der Texte stark beeinflusste. Je mehr Vorwissen zu dem Thema bestand, desto eher wurde der jeweilige Text ausgewählt (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002).

4.1.2 Interesse und Lernen

In diesem Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, wie Interesse das Lernen beeinflussen kann. Mit diesem Thema beschäftigen sich Ainley et al. (2002) ebenfalls in ihrer Studie. Laut dieser beeinflusst momentanes situationales Interesse, das beispielsweise durch die Lektüre eines Textes hervorgerufen wird, die Reaktion auf diesen positiv. Dadurch wird die Beschäftigung mit dem Text länger aufrechterhalten, was zu einer kognitiven Verarbeitung des Textes führt und im Endeffekt einen Lernprozess in Gang setzen kann (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002).

Laut Hidi & Renninger (2006) spielt auch individuelles Interesse eine wichtige Rolle für die Motivation zur Wissenserweiterung. Auswirkungen von Interesse auf das Lernen sind zum Beispiel, dass Lernende mit einem gut entwickelten persönlichen Interesse für ein Thema anspruchsvolle Strategien entwickeln, um an dem Thema zu arbeiten. Charakteristisch ist weiterhin, dass interessierte Menschen die Bereitschaft aufbringen, an einem Thema zu arbeiten, auch wenn sie mit Frustration konfrontiert sind (Hidi & Renninger, 2006). Das individuelle Interesse scheint also Lernprozesse zu erleichtern und zu fördern. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich durch bestimmte Maßnahmen individuelles, länger anhaltendes Interesse aus situationalem Interesse entwickeln kann (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002). Laut Ainley et al. (2002) kann dieses Interesse also gezielt von Lehrenden gefördert werden, in-

dem Bedingungen für die Entwicklung von individuellem Interesse geschaffen werden. Voraussetzungen dafür sind, dass das Thema für die Person bedeutsam ist, sie also persönlich betrifft und dass das Interesse von außen gefördert und unterstützt wird (Hidi & Renninger, 2006).

Weitere Bedingungen, die die Interessensbildung unterstützen, sind laut Hidi & Renninger (2006) Lernumgebung und Lerndesign. Dazu wurde nachgewiesen, dass Faktoren wie Wahlmöglichkeiten bei Aufgaben, das Arbeiten in Gruppen und die Nutzung moderner Medien motivierend und hilfreich sind. Weitere motivierende Strukturen sind zum Beispiel Unterrichtseinheiten mit Projektcharakter, da diese auf ein bestimmtes, im Idealfall reales und für die Schüler_innen bedeutsames Ziel hinauslaufen (Hidi & Renninger, 2006).

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass es möglich ist, durch den gezielten Einsatz bestimmter Themen und Strukturen Interesse hervorzurufen, das nachweislich einen starken positiven Einfluss auf Motivation und Lernerfolg hat. Um das Interesse aufrecht zu erhalten und zu fördern, können laut Hidi & Renninger (2006) folgende Maßnahmen helfen:

- Die SchülerInnen in ihrem Interesse unterstützen und die Aufmerksamkeit fördern, sodass situationsbezogenes Interesse hervorgerufen werden kann.
- Einen Rahmen schaffen, in dem die SchülerInnen Fragen stellen können, die direkt aus ihrem situationsbedingten Interesse entstehen.
- Einen Rahmen schaffen, in dem SchülerInnen Problemlösungsstrategien selbst kreativ anwenden müssen (Hidi & Renninger, 2006)

4.2 Methode

Für die Erhebung wurde die Methode der schriftlichen Befragung mittels Fragebögen gewählt. Als quantitative Methode ist sie besonders dazu geeignet, in kurzer Zeit viele Probanden und Probandinnen zu erreichen (Atteslander, 2006). Der Fragebogen wurde in zwei verschiedenen Schulen¹⁶ in Schulklassen der Oberstufe ausgeteilt und von insgesamt 156 Schüler_innen ausgefüllt. Die Schüler_innen füllten diesen dann in Anwesenheit eines Interviewers aus. Die Erhebung fand also in einem annähernd standardisiertem Rahmen statt, wie Bortz und Döring es empfehlen (Bortz & Döring, 2006). Ein weiteres wichtiges Argument für die schriftliche Befragung an Schulen war, dass die Erhebung unabhängig von Projekten der

¹⁶ Borg für Musik und Kunst, Hegelgasse 10, 1010 Wien
Europagymnasium Auhof, Aubrunnerweg 4, 4040 Linz

Grünen Schule durchführbar sein musste. Erstens musste davon ausgegangen werden, dass der Zeitpunkt der Erhebung in den Winter fallen würde. Da der Botanische Garten zu dieser Zeit geschlossen ist und keine Projekte durchgeführt werden, sind auch keine Proband_innen verfügbar. Zweitens werden die meisten Projekte von Unterstufenklassen, Volksschulklassen und Kindergärten wahrgenommen und verfehlen so die Zielgruppe.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem Statistik-Programm SPSS, Version 20. Bei der Auswertung wurden nur Fragebögen in die Statistik miteinbezogen, bei denen die persönlichen Daten ausgefüllt und mehr als 95 % der Interessensitems angekreuzt waren.

4.2.1 Erstellung des Fragebogens

Bei der Planung der Erhebung wurde folgendermaßen vorgegangen: Zuerst erfolgte eine Recherche zu bereits bestehenden Erhebungen zu dem Thema. Dabei wurde der ROSE-Fragebogen, der für das internationale Projekt „The Relevance of Science Teaching“ verwendet wurde, als geeignetes Vorbild für den Fragebogen identifiziert (Schreiner & Sjøberg, 2004). Dieser beschäftigt sich in erster Linie mit Interessen von Schüler_innen zu naturwissenschaftlichem Unterricht wodurch er sich besonders gut als Vorbild für dieses Projekt eignet, auch wenn er sich inhaltlich wenig überschneidet. Der ROSE-Fragebogen basiert auf geschlossenen Items, die als Statements formuliert sind. Zu diesen Statements können die Schüler_innen auf einer vierteiligen Likert-Skala angeben, wie sehr sie die Aussage interessiert. Auch im ROSE-Fragebogen wurde eine Likert-Skala verwendet mit der Begründung, dass diese im Vergleich relativ einfach aufgebaut ist und daher gute Ergebnisse liefert (Schreiner & Sjøberg, Sowing the seeds of ROSE, 2004) Die Antwortmöglichkeiten des ROSE-Fragebogens reichen von „*very interested*“ bis „*not interested*“, wobei nur die beiden Extremen ausformuliert wurden (Schreiner & Sjøberg, 2004, S. 36). Für den Fragebogen dieser Arbeit wurden die Abstufungen folgendermaßen ausformuliert:

- interessiert mich nicht
- interessiert mich eher nicht
- interessiert mich eher schon
- interessiert mich

Die Entscheidung für eine vierstufige Likert-Skala (Likert, 1932) ohne mittlere Antwortmöglichkeit wurde aufgrund von Gesprächen mit Prof. Dr. Michael Kiehn und Mag. Pe-

ter Pany¹⁷ getroffen. Auch in der Literatur wird die ‚Forced Choice‘ empfohlen, also eine Skala mit „gerader Anzahl“ an Antwortmöglichkeiten. Durch die gerade Anzahl sind die Proband_innen gezwungen sich für eine Tendenz zu entscheiden, weil die mittlere Antwortmöglichkeit fehlt (Raab-Steiner & Benesch, 2012, S. 57). Dieses Design wurde bereits durch andere Erhebungen der Grünen Schule mehrfach erprobt, wie zum Beispiel bei Sales-Reichartzeder (2008) oder Pfannhauser (2010).

Bei der Erstellung wurde nach dem Skript des Wissenschaftsladens Graz (Aschemann-Pilshofer, 2001) vorgegangen. Am Beginn der Fragebogenerstellung wurde eine ausführliche Mindmap gemacht, die alle möglichen Themengebiete des Projekts erfassen sollte. Es ergaben sich folgende Schwerpunkte:

- Biodiversität
- Großlebensräume
- Neophyten
- Ethische und politische Aspekte

Zu diesen Themen wurden dann Statements formuliert. Vier Fragen wurden aus dem ROSE-Fragebogen adaptiert, das heißt sie wurden übersetzt und in manchen Fällen umformuliert. Bei den Formulierungen wurden generell einige Grundregeln beachtet, wie zum Beispiel kurzer, prägnanter Stil, möglichst hohe Verständlichkeit, Vermeidung von Mehrdeutigkeit, Vermeidung von Verneinung, etc. Für eine vollständige Auflistung dieser Richtlinien sei hier auf Werke wie Raab-Steiner & Benesch (2012), Bortz & Döring (2006) verwiesen.

4.2.2 Überarbeitungsphase

Nach Erstellung der ersten Items wurde deren Nummerierung ausgelost. Der daraus resultierende Fragebogenprototyp wurde dann verschiedenen Personen des Bekanntenkreises der Autorin vorgelegt, wobei darauf geachtet wurde, dass diese Personen über kein spezifisches biologisches Vorwissen verfügten. Sie sollten den Fragebogen lesen und während der Lektüre kommentieren, ob sie etwas nicht verstanden hätten oder ob etwas auffällig für sie war. Aufgrund dieses Inputs wurde der Fragebogen mehrmals überarbeitet. Um einen kurzen Einblick in den Überarbeitungsprozess zu geben, werden im Folgenden die Begriffe aufgelistet, die von den Befragten als zu komplex beziehungsweise problematisch empfunden:

¹⁷ Mag. Peter Pany, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie (AECC-Bio)

Biodiversität

Es wird davon ausgegangen, dass der Begriff zwar schon gehört wurde, aber keine klare Vorstellung zu den dahinterliegenden Konzepten besteht. Daher wurde der Begriff weitestgehend vermieden außer im Item: „Was man unter Biodiversität versteht“ (siehe Tabelle 2: Liste der Items, Nr. 21). Hier wurde angenommen, dass der Begriff nicht vollständig verstanden werden muss, um eine Aussage zu treffen. In anderen Items wurden folgende Alternativen verwendet: „biologische Vielfalt“ und „Natur“.

Ökologie

Dieser Begriff wurde kritisiert, weil er zu komplex ist. Der Begriff wurde daher vermieden mit Ausnahme des Items „Wie man sich ökologisch nachhaltig verhält“ (Siehe Tabelle 1: Liste der Items, Nr. 1). Es wurde davon ausgegangen, dass die Schüler_innen im Unterricht bereits mit dem Begriff konfrontiert wurden und daher eine Aussage über ihr Interesse treffen können.

Klima

Es ist zu vermuten, dass zwar eine Vorstellung von der Bedeutung des Begriffes besteht, jedoch keine konkrete Definition dazu. Beispielsweise ist zu bezweifeln, ob alle Schüler_innen klar zwischen Wetter und Klima unterscheiden können. Daher enthält das folgende Item Hinweise auf Klimafaktoren: „Wie Pflanzen an extreme klimatische Bedingungen wie z.B. Frost, Hitze, Nässe angepasst sind“ (Siehe: Tabelle 2: Liste der Items, Nr. 5)

Neophyten

Es wird davon ausgegangen, dass der Fachbegriff „Neophyten“ nicht bekannt ist. Daher wurde nach einer Umschreibung gesucht. Hier stellte sich jedoch heraus, dass die gängigen Begriffe relativ problematisch sind:

- „eingebürgert“: stark anthropomorph gefärbt
- „eingeschleppt“: starke negative Konnotation
- „eingeführt“: legt nahe, dass bestimmte Pflanzen mit einem bestimmten Ziel aktiv von Menschen eingebracht wurden. Mit diesem Begriff werden aber Pflanzen, die

nicht mit bestimmter Intention eingebracht wurden, sondern einfach durch zufällige Prozesse in Mitteleuropa wachsen, ausgeschlossen.

Daher wurde versucht, das Thema zu umschreiben, zum Beispiel indem auf Pflanzen verwiesen wird, die ursprünglich aus anderen Teilen der Erde stammen.

Nachhaltigkeit

Es wird vermutet, dass der Begriff zwar bekannt ist, jedoch als eher schwammig empfunden wird und kein klares Konzept dazu besteht. Es wurde jedoch angenommen, dass die Schüler_innen bereits durch die Medien damit konfrontiert wurden und zumindest richtige Vorstellungen damit assoziieren und auch ihr Interesse diesbezüglich formulieren können.

In folgender Tabelle sind die Items nach ihrem Erscheinen im Fragebogen aufgelistet. Jedes der Items wurde mit einem Kurznamen versehen, mit dem es später im Ergebnisteil aufscheint.

Kurzname	Items
1. Ökologisches Verhalten	Wie man sich ökologisch nachhaltig verhält
2. Beitrag des Einzelnen	Was ich selbst dazu beitragen kann, um die Natur zu schützen
3. Nutzpflanzen in Entwicklungsländern	Unter welchen Bedingungen Nutzpflanzen (z.B. Ölpalmen) in Entwicklungsländern angebaut werden
4. Mensch als Bedrohung	Warum der Mensch eine Bedrohung für die Umwelt darstellt
5. Klimatische Bedingungen	Wie Pflanzen an extreme klimatische Bedingungen wie z.B. Frost, Hitze, Nässe angepasst sind.
6. Neophyten in Mitteleuropa	Welche Pflanzen in Mitteleuropa wachsen, die aus anderen Kontinenten stammen.
7. Großlebensräume	Welche großen Lebensräume (Wüste, Regenwald,...) die Erde dominieren
8. Artensterben	Warum Arten vom Aussterben bedroht sind
9. Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen	Wie Menschen, Tiere, Pflanzen und Umwelt voneinander abhängen (siehe ROSE-Fragebogen)
10. Pflanzen weltweit	Pflanzen aus anderen Teilen der Erde (siehe ROSE-Fragebogen)
11. Gewürzpflanzen	Woher Gewürzpflanzen stammen
12. Pflanzliche Rohstoffe	Wie sich die weltweite Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen auf den Anbau von Nutzpflanzen auswirkt (z.B. Bananen, Tropenholz)
13. Neophyten und Ökosysteme	Welche Auswirkungen Pflanzen auf das Ökosystem haben, die aus anderen Teilen der Erde stammen
14. Klimaerwärmung	Wie sich die Klimaerwärmung auf Pflanzen auswirkt

15. Neophyten in Österreich	Warum in Österreich Pflanzen aus ursprünglich anderen Erdteilen wachsen
16. Konvergenz	Warum sich Pflanzen auf verschiedenen Erdteilen ähnlich entwickelt haben
17. Obst/Gemüse	Woher das Obst und Gemüse kommt, das man im Supermarkt kaufen kann
18. Artenvielfalt	In welchen Teilen der Erde Artenvielfalt besonders hoch ist
19. Pflanzen im Alltag	Welche Pflanzen aus anderen Kontinenten in unserem Alltag eine Rolle spielen (z.B. Kartoffeln, Mais...)
20. Klima	Wie sich Temperatur, Wind und Niederschlag auf Pflanzen auswirken.
21. Biodiversität	Was man unter Biodiversität versteht
22. Nutzen von Biodiversität	Welchen Nutzen biologische Vielfalt für den Menschen hat
23. Pflanzliche Produkte	Aus welchen Ländern Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende

Tabelle 2: Liste der Items

Nach mehrmaliger Überarbeitung wurde der Fragebogen mit Mag. Peter Pany besprochen und letzte Änderungen vorgenommen. Die finale Version, für die das Layout von Mag. Peter Pany übernommen werden konnte, befindet sich im Anhang. Auch der Einleitungstext konnte übernommen werden, da dieser sich bereits vielfach bewährt hat und inhaltlich für das Projekt passte, wobei lediglich das Thema der Befragung geändert werden musste. Der Vollständigkeit wegen soll hier kurz erwähnt werden, welchen Kriterien ein Einleitungstext laut Aschemann-Pilshofer (2001) entsprechen sollte:

- dem Proband_in die Wahrung der Anonymität versichern
- Wertschätzung und Dankbarkeit für die Mithilfe ausdrücken
- die Institution oder die Person, von der aus das Projekt durchgeführt wird, vorstellen
- das Projekt kurz erklären (Aschemann-Pilshofer, 2001)

Vorannahmen

Für die Erhebung wurden konkrete Annahmen in Bezug auf die Ergebnisse formuliert. Diese begründen sich zum Teil aus der Lektüre von Fachliteratur, Studien und bereits durchgeführten Erhebungen des Botanischen Gartens der Universität Wien. Zum Teil diene auch die eigene Erfahrung sowohl aus der Schüler- als auch aus der Lehrerperspektive, sowie die Erfahrung als aktive Gartenführerin als Grundlage für die Annahmen. Auf dieser Basis wurden folgende Vorannahmen formuliert, die im Anschluss kurz erläutert werden:

- Pflanzen werden allgemein als uninteressant empfunden.

Das Phänomen, dass Pflanzen aus der eigenen Umgebung nicht wahrgenommen werden und somit auch ihre ökologische Funktion und Bedeutung für den Menschen ignoriert wird, ist in der Fachliteratur als „plant blindness“ bekannt (Wandersee & Schussler, 2001). Gründe dafür sind laut Wandersee & Schussler (2001) unsere eingeschränkte Wahrnehmung. Der größte Teil unserer Umwelt wird unbewusst wahrgenommen. Nur was wirklich essentiell ist, nehmen wir bewusst wahr. Pflanzen sind unbewegte Objekte und werden meist eher als Hintergrund statt als einzelne, lebende Objekte gesehen. Darüber hinaus können sich viele Menschen eher mit Tieren identifizieren als mit Pflanzen, weil sie mehr Ähnlichkeiten mit uns haben. Laut Hershey (2002) sei auch der weit verbreitete „Zoochauvinismus“ für die Blindheit gegenüber Pflanzen verantwortlich. Die Bevorzugung von zoologischen Themen im Schulunterricht, sowie die Unterrepräsentation von Pflanzen in den Medien und der Unterhaltungskultur wie zum Beispiel in Comics, führt laut Hershey (2002) zu einer angelernten „plant blindness“ (Hershey, 2002).

Pflanzen scheinen also generell kein Thema zu sein, das sehr viel Interesse hervorruft. Pflanzen umgeben uns zwar ständig und prägen unsere Landschaft maßgeblich, werden aber als selbstverständlich hingenommen und leicht übersehen.

- Über Pflanzen besteht wenig konkretes Vorwissen.

Es wird davon ausgegangen, dass Vorwissen Interesse fördert (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002). Aus den oben genannten Gründen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass über Pflanzen wenig Vorwissen besteht. Botanik scheint nicht nur in den Medien und in der Gesellschaft ein vernachlässigtes Thema zu sein, sondern auch in Schulen. Da das Interesse je nach Vorwissen variiert, stehen die ersten beiden Annahmen in engem Zusammenhang.

- Pflanzen, die im alltäglichen Leben eine Rolle spielen, sind interessanter als andere Pflanzen.

Wie bereits erwähnt, spielen identifikatorische Elemente und persönlicher Bezug zum Thema eine essentielle Rolle für die Entwicklung von Interesse (Anderson, Shirey, Wilson, & Fielding, 1987). Daher kann davon ausgegangen werden, dass bekannte Pflanzen vermehrtes Interesse hervorrufen und dadurch Interesse für Botanik im Allgemeinen wecken können (Kiehn, Sales-Reichartzeder, & Pany, 2011). Dies könnten Pflanzen sein, die im Alltag von Schüler_innen eine Rolle spielen, mit denen sie etwas Bestimmtes verbinden oder deren Produkte sie jeden Tag verwenden. Zu diesen Pflanzen gehören Nutzpflanzen, mit denen sich eine Studie des Botanischen Gartens der Universität beschäftigte. Diese wurde im Rahmen einer Diplomarbeit von Sales-Reichartzeder (2008) durchgeführt. Folgende Kategorien von Nutzpflanzen wurden bestimmt: „Gift- und Medizinalpflanzen, Rausch- und Genussmittelpflanzen, Nahrungsmittel liefernde Pflanzen, Gewürzpflanzen, technisch verwendbare Pflanzen und Zierpflanzen“; zusätzlich gab es noch die Kategorie „Gefahren von Drogen“ (Sales-Reichartzeder, 2008, S. 58).

Sales-Reichartzeder (2008) konnte herausfinden, dass das Interesse von Oberstufenschüler_innen vor allem in den Bereichen Rausch- und Genussmittelpflanzen, Gefahren von Drogen und Gewürzpflanzen besteht. Nahrungspflanzen und technisch nutzbare Pflanzen findet man eher in den hinteren Rängen. Zierpflanzen und Botanik im Allgemeinen erscheinen besonders wenig Interesse hervorzurufen (Sales-Reichartzeder, 2008). Auch die nachfolgenden Studien ergaben ähnliche Ergebnisse, wobei Medizinalpflanzen gemeinsam mit Gewürzpflanzen nach den Drogenpflanzen das meiste Interesse bei SchülerInnen der Oberstufe hervorriefen. Deutlich erkennbar wird auch, dass Erwachsene im Vergleich um einiges mehr Interesse an den genannten Themen zeigen als Schüler_innen (Kiehn, Sales-Reichartzeder, & Pany, 2011).

Daraus lässt sich schließen, dass die Vermittlung von botanischem Wissen mit Themen kombiniert werden sollte, die die Schüler_innen direkt, konkret und persönlich ansprechen. Das können Pflanzen aus ihrer Umgebung sein, mit denen sie etwas Persönliches verbinden, zum Beispiel Erinnerungen oder Emotionen. Es können auch Pflanzen angesprochen werden, die im täglichen Leben der Schüler_innen bewusst oder unbewusst eine Rolle spielen. Ist den

Schüler_innen die Bedeutung von Pflanzen für ihr Leben nicht bewusst, ist es die Aufgabe der/des Lehrenden, sie ihnen bewusst zu machen.

- Neophyten sind weniger interessant als Nutzpflanzen.

Da Neophyten ein rein botanisches Thema darstellen, wird aufgrund der „plant blindness“-Theorie davon ausgegangen, dass es wenig Interesse bei Schüler_innen hervorruft. Des Weiteren weist das Thema im Vergleich zu anderen Themen, wie zum Beispiel Nutzpflanzen, wenig Alltagsbezug auf und kann also auch durch diesen Faktor wenig Aufmerksamkeit erwecken.

- Außergewöhnliche Phänomene der Pflanzenwelt sind interessant.

Es wird davon angenommen, dass ungewöhnliche, neue und überraschende Informationen Interesse hervorrufen (Anderson, Shirey, Wilson, & Fielding, 1987). Daher kann davon ausgegangen werden, dass besondere Spezialisierungen von Pflanzen, überraschende Fakten oder Anekdoten Interesse wecken.

- Es herrscht ein großes Interesse für das Thema Umweltschutz.

Dieses Thema könnte Interesse hervorrufen, weil es kontrovers ist und in den Medien eine relativ große Rolle spielt. Bei einer internationalen Studie im Rahmen des ROSE-Projekts wurden Jugendliche im Alter von ca. 15 Jahren zu ihrem Interesse für Naturwissenschaften befragt. Es zeigte sich, dass das Interesse an Umweltproblemen groß ist, die Bereitschaft darüber zu lernen jedoch geringer (Schreiner & Sjøberg, 2003) Dabei konnte herausgefunden werden, dass Mädchen generell ein größeres Interesse an Themen zeigen, die die Umwelt betreffen. Beispielsweise stimmten Mädchen eher der Aussage zu, dass jede_r beeinflussen könne, was mit der Umwelt passiert und dass die Menschen generell mehr auf Umweltschutz achten sollten. Jungen hingegen denken, dass sich fast alle Probleme die Umwelt betreffend durch Wissenschaft und Technologie lösen lassen und denken, dass diese Probleme überbewertet werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Interesse für Umwelthemen bei Jugendlichen relativ groß ist, Mädchen aber mehr Bereitschaft dazu zeigen, einen Beitrag zum Schutz der Umwelt zu leisten als Jungen (Sjøberg & Schreiner, 2010). Auch Studien im deutschsprachigen Raum kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Männliche Jugendliche verbinden mit dem Thema Umweltschutz Verzicht, während Mädchen dieses

Thema als sehr wichtig einschätzen und mehr Interesse dafür zeigen (Zuba & Kromer, 2005). Wie bereits im Kapitel „Grundziel Umweltbewusstsein“ erwähnt, lässt sich generell feststellen, dass das Interesse von Jugendlichen an Umweltthemen im Vergleich mit anderen Themen, wie zum Beispiel Arbeitssuche, sinkt. Es besteht zwar grundsätzlich ein Bewusstsein für Umweltprobleme, diese betreffen aber dem Empfinden der Jugendlichen nach eher zukünftige Generationen (Zuba & Kromer, 2005).

4.3 Ergebnisse

Zu Beginn soll die Stichprobe der Befragten genauer erläutert werden, wofür folgende Tabelle einen Überblick liefert:

		Anzahl	Prozent
Gesamt		156	100 %
Geschlecht	männlich	82	52,6 %
	weiblich	70	44,9 %
Schultyp	Borg	88	56,4 %
	AHS	68	43,6 %
Schulstufe	9. Schulstufe	25	16,0 %
	10. Schulstufe	51	32,9 %
	11. Schulstufe	40	25,8 %
	12. Schulstufe	39	25,2 %
Schwerpunkt	naturwissenschaftlich	108	70,1 %
	sprachlich	24	15,6 %
	bildnerisch	21	13,6 %
	musikalisch	1	0,6 %

Tabelle 3: Überblick demographische Daten¹⁸

Der Fragebogen wurde von 156 Schülern und Schülerinnen der Oberstufe ausgefüllt. Die Schüler_innen waren im Alter von 13 bis 20 Jahren. Als letzter Punkt wurde erhoben, wie oft die Befragten bereits im Botanischen Garten waren. Jedoch kann diese Variable nur bedingt in die Analyse aufgenommen werden, da bei der Befragung nicht klar war, welcher Botanische Garten gemeint ist und auch im Vorhinein nicht definiert wurde, ob damit der Botanische Garten der Universität Wien gemeint sein muss oder nicht.

¹⁸ Personen, die zu einem der demographischen Daten keine Informationen gegeben haben, wurden nicht in die Statistik aufgenommen.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Studie gewisse Einschränkungen aufweist. Ein Beispiel dafür ist, dass der Großteil der Schüler_innen eine AHS besuchte. Es kann also nicht angenommen werden, dass die Ergebnisse genauso repräsentativ für Schüler_innen anderer Schularten.

Folgende Grafiken veranschaulichen die demographischen Daten noch einmal:

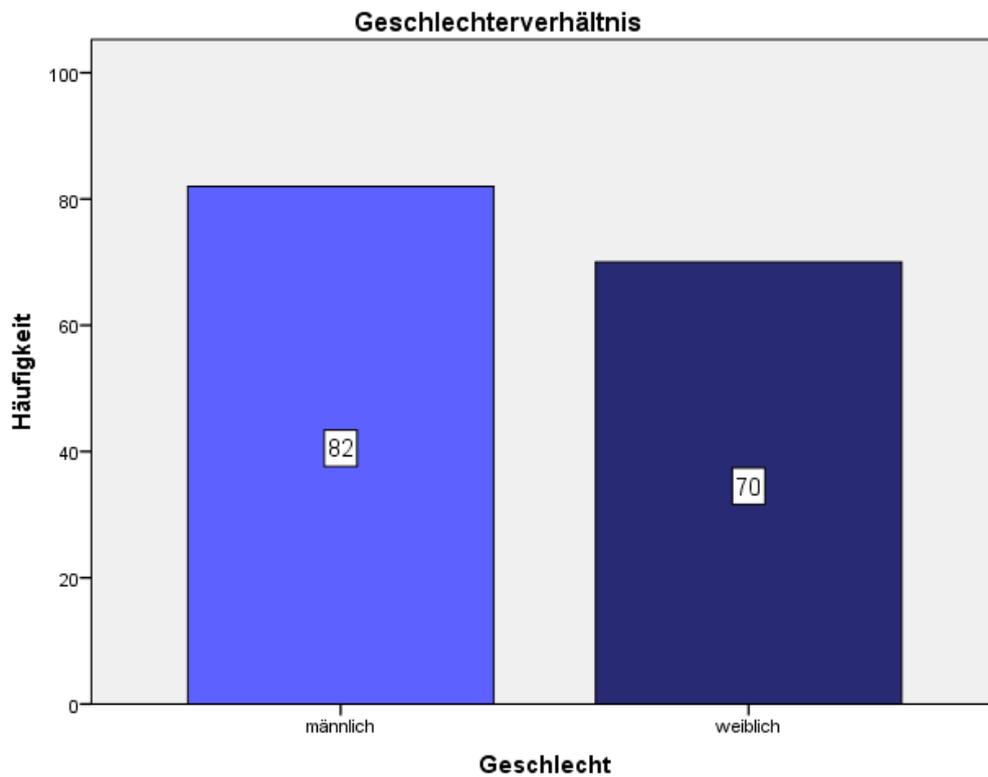


Abbildung 11: Verteilung der Geschlechter in der Stichprobe

Schule

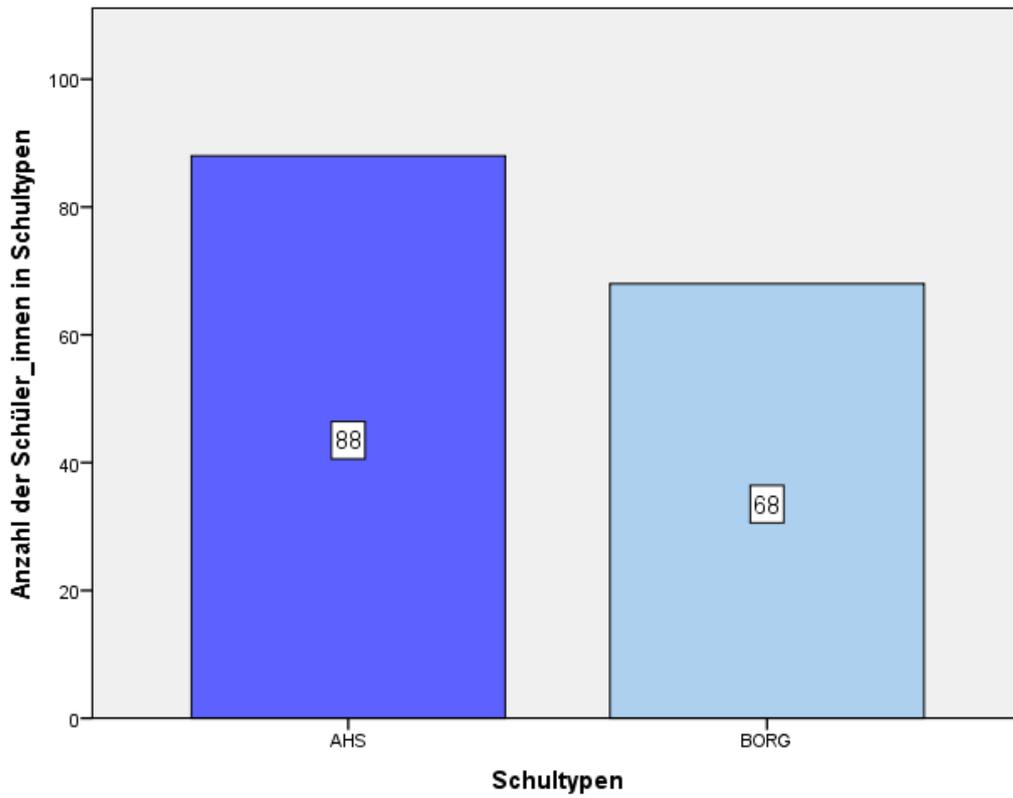


Abbildung 13: Verteilung der Schultypen innerhalb der Stichprobe

Schulstufe

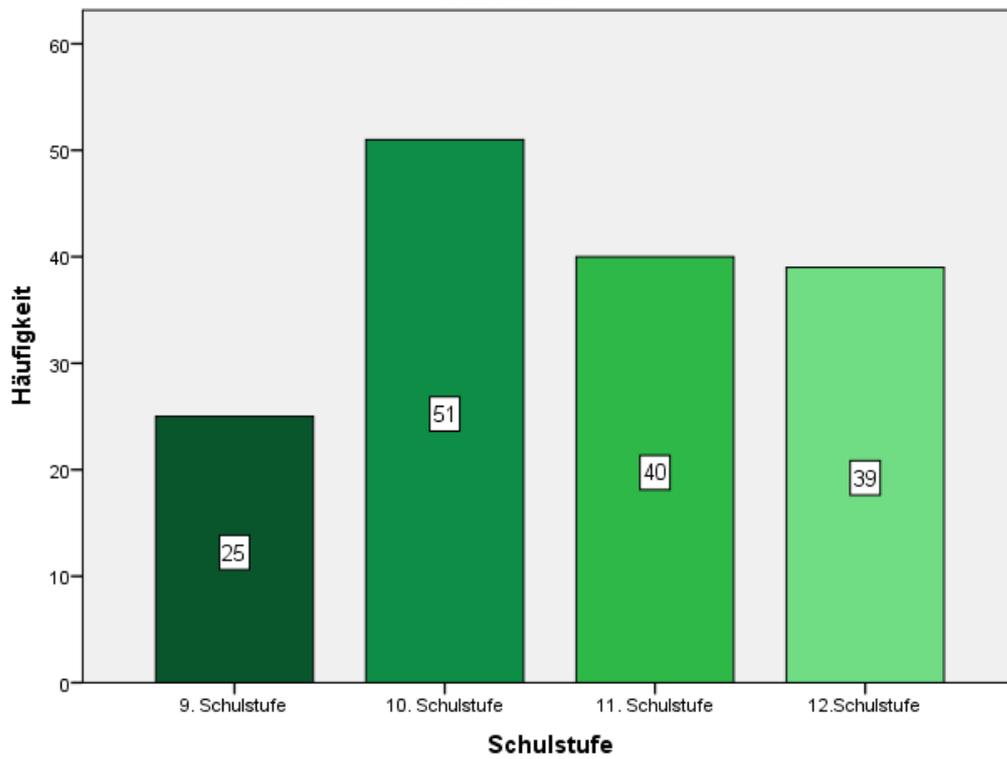


Abbildung 12: Verteilung der Schulstufen innerhalb der Stichprobe

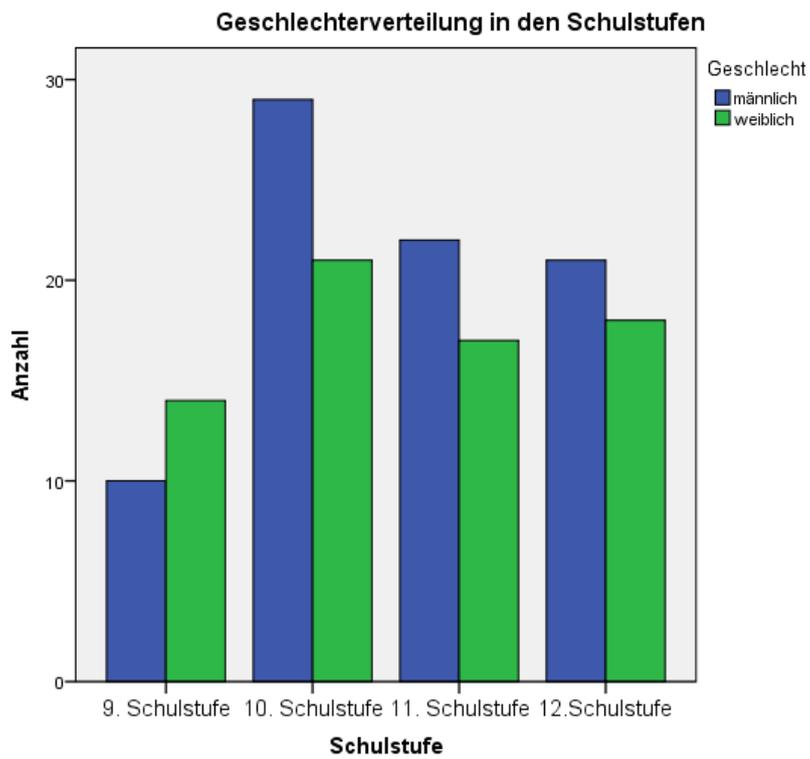


Abbildung 14: Verteilung der Geschlechter innerhalb der Schulstufen

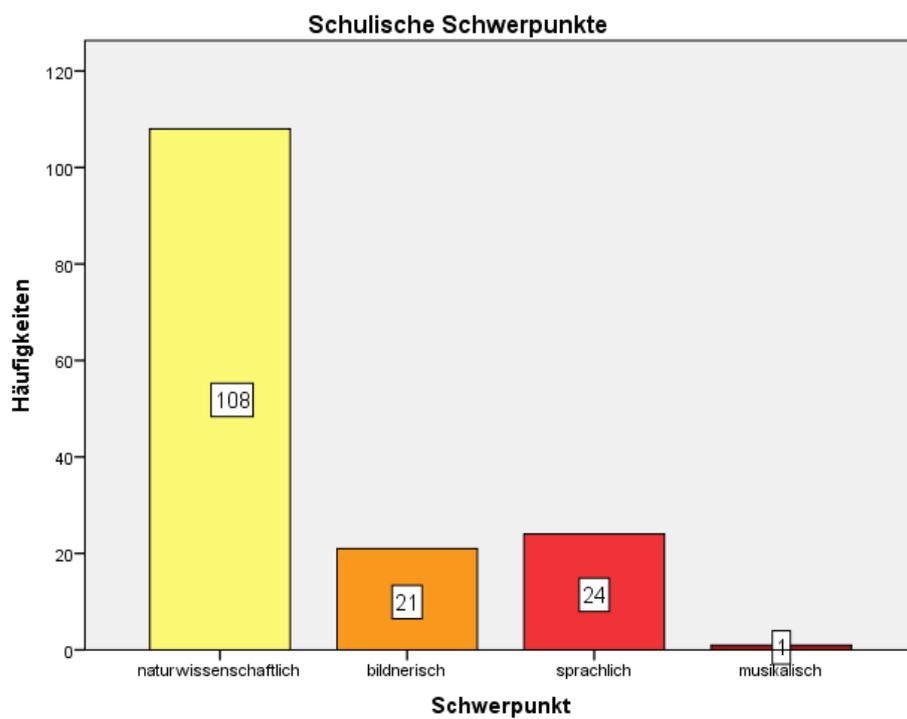


Abbildung 15: Verteilung der schulischen Schwerpunkte in der Stichprobe

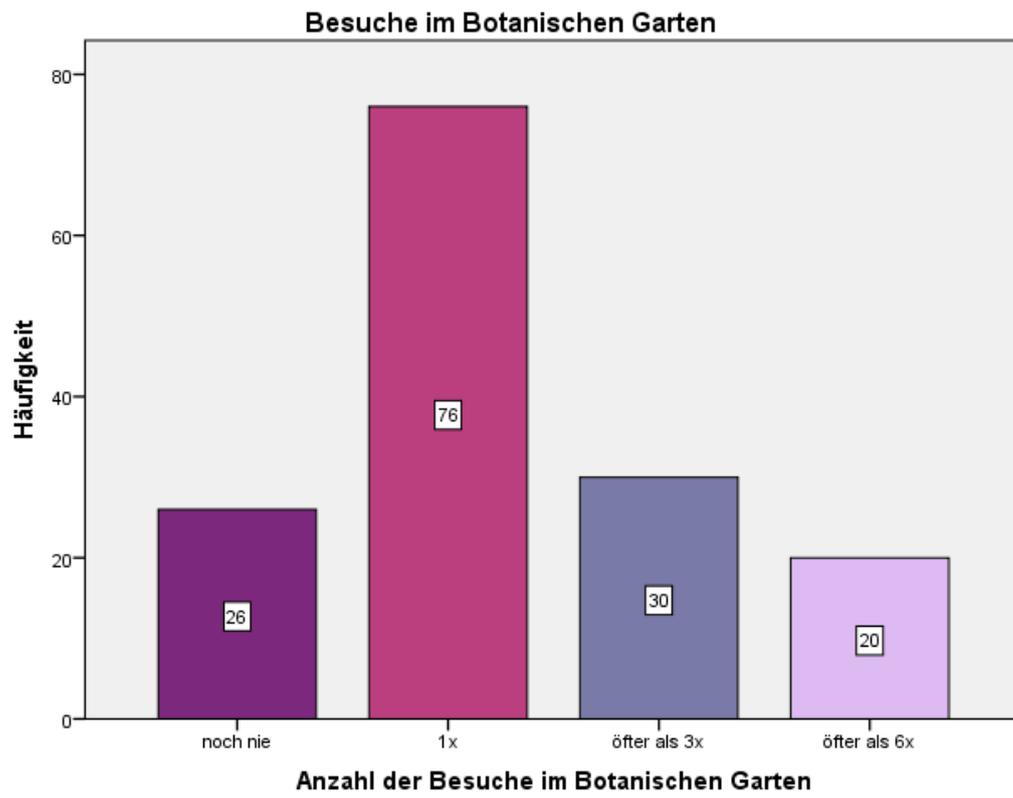


Abbildung 16: Häufigkeit der Besuche im Botanischen Garten in der Stichprobe

4.3.1 Analyse

Hauptkomponentenanalyse

Zu Beginn der Auswertung wurde eine Hauptkomponentenanalyse durchgeführt, ein Verfahren zur Datenreduktion (Bühner, 2011). Ziel dieser Analyse ist es, die einzelnen Items zu Skalen zusammenzufassen, die thematisch zusammenhängen (Bühner, 2011). Die Analyse ergab, dass sich die Fragen auf fünf verschiedene Skalen verteilen. Einige Items, die sich nicht eindeutig einer Skala zuordnen ließen, wurden für diese Analyse verworfen. Die folgende Tabelle zeigt die Zuteilung der Items zu den einzelnen Skalen:

Umweltbewusstsein	Mensch als Bedrohung	Warum der Mensch eine Bedrohung für die Umwelt darstellt
	Beitrag des Einzelnen	Was ich selbst dazu beitragen kann, um Natur zu schützen
	Artensterben	Warum Arten vom Aussterben bedroht sind
Alltagspflanzen	Obst/Gemüse	Woher das Obst und Gemüse kommt, das man im Supermarkt kaufen kann
	Pflanzliche Produkte	Woher Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende (z.B. Gewürze, Obst,...)
	Pflanzen im Alltag	Welche Pflanzen aus anderen Kontinenten in unserem Alltag eine Rolle spielen (z.B. Kartoffeln, Mais...)
Biodiversität	Biodiversität	Was man unter Biodiversität versteht
	Nutzen von Biodiversität	Welchen Nutzen biologische Vielfalt für den Menschen hat

	Klima	Wie sich Temperatur, Wind und Niederschlag auf Pflanzen auswirken.
	Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen	Wie Menschen, Tiere, Pflanzen und Umwelt voneinander abhängen
Großlebensräume	Großlebensräume	Welche großen Lebensräume (Wüste, Regenwald,...) die Erde dominieren
	Neophyten in Österreich	Warum in Österreich Pflanzen aus ursprünglich anderen Erdteilen wachsen
Pflanzen weltweit	Pflanzen weltweit	Pflanzen aus anderen Teilen der Erde
	Gewürzpflanzen	Woher Gewürzpflanzen stammen
	Pflanzliche Rohstoffe	Wie sich die weltweite Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen auf den Anbau von Nutzpflanzen auswirkt (z.B. Bananen, Tropenholz)

Tabelle 4: Überblick Faktorenanalyse

Um die Reliabilität zu testen, wurde Cronbach's Alpha für jeden Themenblock ermittelt. Mittels dieser Koeffizienten kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie stark die Items einer Skala miteinander korrelieren und der Fragebogen also in sich konsistent ist (Bühner, 2011). Die Werte gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Themenblöcke	Cronbach's Alpha
Umweltbewusstsein	0,718
Alltagspflanzen	0,743
Biodiversität	0,774
Großlebensräume	0,618
Pflanzen weltweit	0,665

Tabelle 5: Ergebnisse Cronbach's Alpha für die fünf Faktoren

Der Cronbach's-Alpha-Koeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Werte, die gegen eins gehen und positiv sind, sind ein Zeichen für die Konsistenz des Fragebogens (Bühner, 2011). Mit Werten über 0,7 beziehungsweise knapp darunter liegt Cronbach's Alpha damit in einem zufriedenstellenden Bereich und es kann davon ausgegangen werden, dass der Fragebogen in sich konsistent ist.

Laut Muijs (2008) kann mithilfe eines T-Tests geprüft werden, ob zwischen den Skalen signifikante Unterschiede bestehen, das heißt, ob aufgrund der unterschiedlichen Mittelwerte ein Rückschluss auf die Oberstufenschüler_innen an sich zulassen. Ist dies der Fall, ist auch ein Ranking der Skalen auf Basis ihrer Mittelwerte sinnvoll (Muijs, 2008). Da alle Werte der Signifikanz unter 0,05 liegen, kann davon ausgegangen werden, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Themengebieten besteht. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse:

Testwert = 0						
	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
Umweltbewusstsein	57,530	155	,000	3,06090	2,9558	3,1660
Alltagspflanzen	42,095	154	,000	2,70645	2,5794	2,8335
Großlebensräume	40,565	155	,000	2,66026	2,5307	2,7898
Biodiversität	45,581	155	,000	2,67468	2,5588	2,7906
Pflanzen weltweit	41,097	155	,000	2,43910	2,3219	2,5563

Tabelle 6: Ergebnisse des T-Tests für die fünf Faktoren

Die Themengebiete wurden dann nach den Ergebnissen der Mittelwerte gereiht. Das Ranking ergab folgendes Ergebnis:

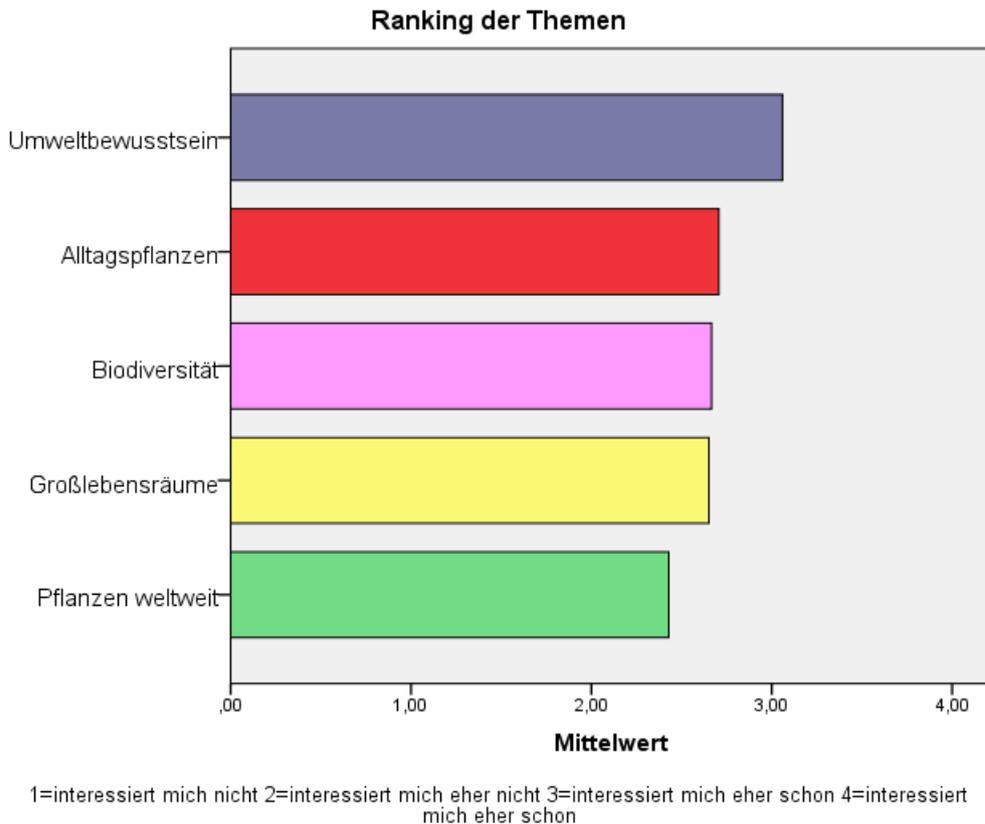


Abbildung 17: Ranking der Themenbereiche nach Mittelwerten

Aus dem Ranking ergibt sich ein interessantes Bild. Aus dem Kapitel „Theorie der Interessensbildung“ ist bereits bekannt, welche Themen im Allgemeinen als geeignet gesehen werden, Interesse hervorzurufen. Besonders geeignet dafür erscheinen Themen, die die Person direkt betreffen, Emotionen hervorrufen, Aktivitäten beinhalten oder identifikatorisches Potential für die Person haben. In jedem Fall sollte die Person also persönlich angesprochen werden oder involviert sein (Anderson, Shirey, Wilson, & Fielding, 1987).

Betrachtet man nun einzelne Items, die in den erstgereihten Themenblocks vorkommen, fällt auf, dass alle diesen Kriterien entsprechen. Hier einige Beispiele:

- In der Formulierung kommt das Pronomen „ich“ vor: „Was ich selbst dazu beitragen kann, um Natur zu schützen“
- Erwähnung des Wortes „Mensch“: „Warum der Mensch eine Bedrohung für die Umwelt darstellt“
- Emotionen in Form von Betroffenheit: „Warum Arten vom Aussterben bedroht sind“
- Alltagsbezug: „Woher Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende (z.B. Gewürze, Obst,...)“

Zusammenhänge mit demographischen Daten

Danach konnten die einzelnen Themengebiete und ihr Zusammenhang mit den demographischen Daten analysiert werden. Hierfür wurde überprüft, ob es grundsätzlich eine signifikante Korrelation zwischen den personenbezogenen Daten und dem Interesse gibt.

Es konnte herausgefunden werden, dass zwischen dem Alter der Proband_innen und den einzelnen Themen keine signifikanten Korrelationen bestehen, da Spearman's Rho, ein Test zur Überprüfung der Korrelationen (Muijs, 2008), keine Werte über 0,2 ergab. Das heißt, dass die Verteilung der Interessen kaum mit dem Alter zusammenhängt. Ebenso wenig konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen einzelnen Themen und den Häufigkeiten der Besuche im Botanischen Garten sowie den Schwerpunkten nachgewiesen werden.

Signifikante Zusammenhänge konnten zwischen den Themen und den Variablen Schwerpunkt und Geschlecht festgestellt werden. Beispielsweise gibt es bei den Themenblöcken Umweltbewusstsein und Alltagspflanzen signifikante Unterschiede zwischen den Interessen in Bezug auf die Variable Geschlecht, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist:

Themenblöcke	Geschlecht	Mittelwert	Signifikanzniveau ¹⁹
Umweltbewusstsein	männlich	2,97	***
	weiblich	3,19	
Alltagspflanzen	männlich	2,51	***
	weiblich	2,98	
Biodiversität	männlich	2,58	**
	weiblich	2,80	
Großlebensräume	männlich	2,54	**
	weiblich	2,78	
Pflanzen weltweit	männlich	2,40	*
	weiblich	2,50	

Tabelle 7: Übersicht über Vergleich der unterschiedlichen Interessen der Geschlechter

¹⁹ ***P < 0,05 **P < 0,1 *P > 0,1

Im Folgenden werden die Themengebiete „Umweltbewusstsein“ und „Alltagspflanzen“ bezüglich des Geschlechterunterschieds genauer betrachtet, da hier ein signifikanter Unterschied zwischen den Antworten der männlichen und der weiblichen Befragten zu sein scheint:

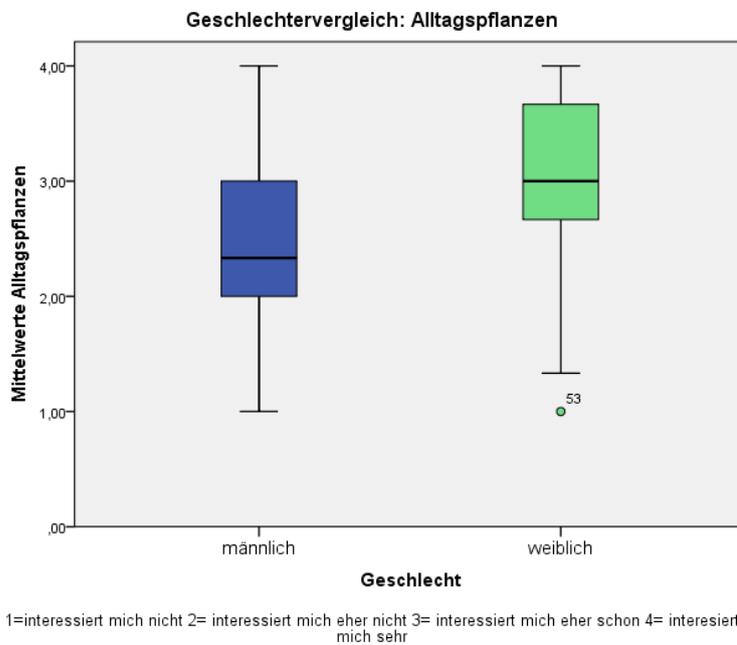


Abbildung 18: Vergleich der Geschlechter für den Themenbereich Alltagspflanzen

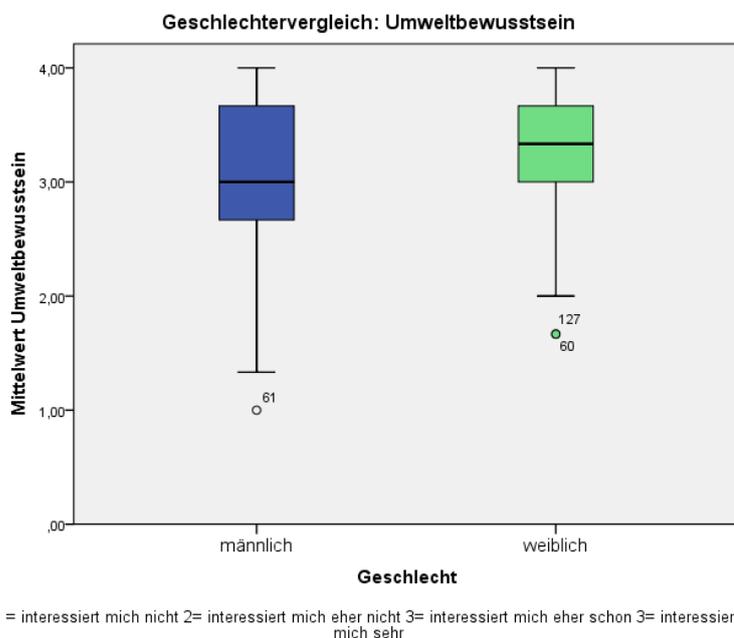


Abbildung 19: Vergleich der Geschlechter für den Themenblock Umweltbewusstsein

Beide Diagramme zeigen, dass Mädchen in diesen Bereichen mehr Interesse zeigen als Jungen. Eine Begründung dafür könnte sein, dass Frauen eher dazu tendieren, sozial erwünschte Antworten zu geben. Dieser Umstand konnte beispielsweise bei einer Studie zu ethischen

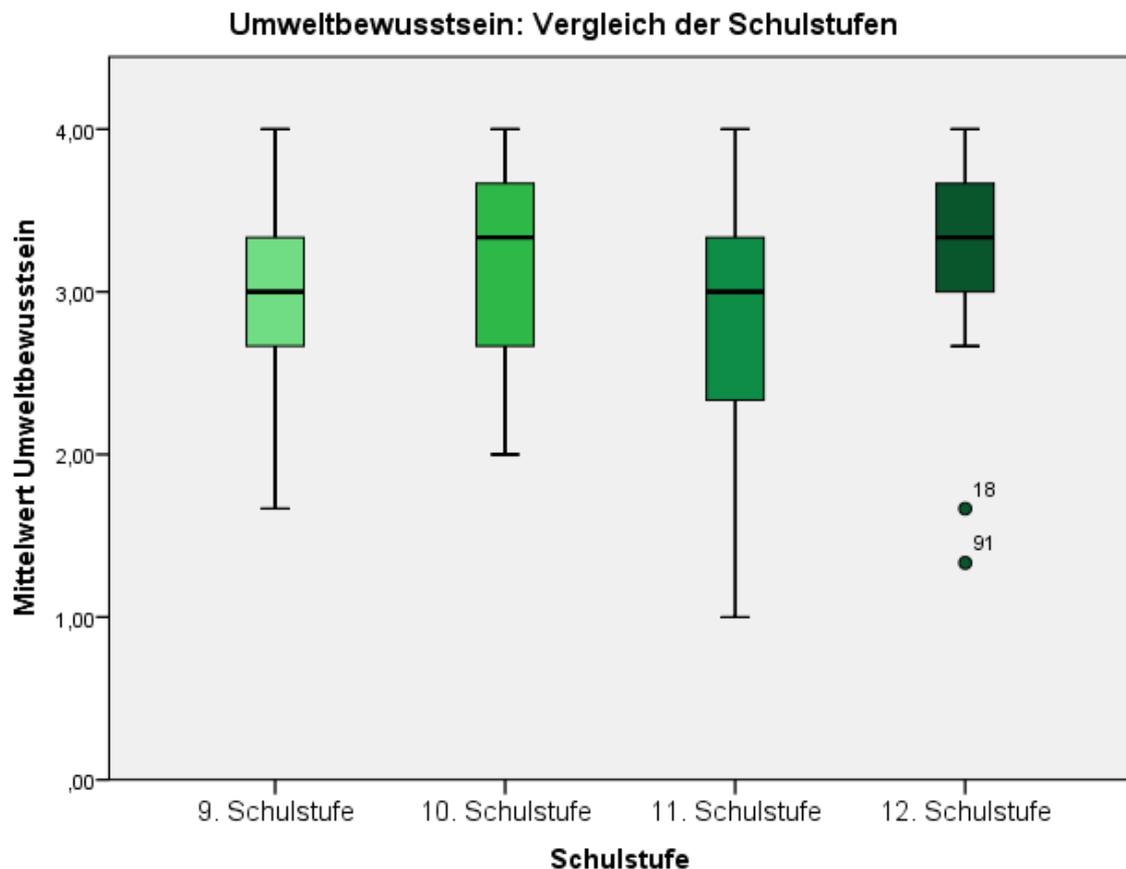
Entscheidungen im Zusammenhang mit der Kategorie Geschlecht nachgewiesen werden (Dalton & Ortegren, 2011). Ein Argument für diese Annahme könnte sein, dass Mädchen auch in allen anderen Themenbereichen mehr Interesse zeigen.

Andererseits haben, wie bereits im Kapitel „Vorannahmen“ erwähnt, zahlreiche Studien zeigen können, dass zumindest das Thema „Umwelt“ bei Mädchen mehr Interesse hervorruft.

Weitere Analysen wurden für die verschiedenen Schulstufen durchgeführt. Diese ergaben, dass es in allen Themengebieten signifikante Unterschiede zwischen den Schulstufen gibt, mit Ausnahme von „Pflanzen weltweit“.

Themenblöcke	Signifikanzniveau
Umweltbewusstsein	***
Alltagspflanzen	***
Biodiversität	***
Großlebensräume	*
Pflanzen weltweit	***

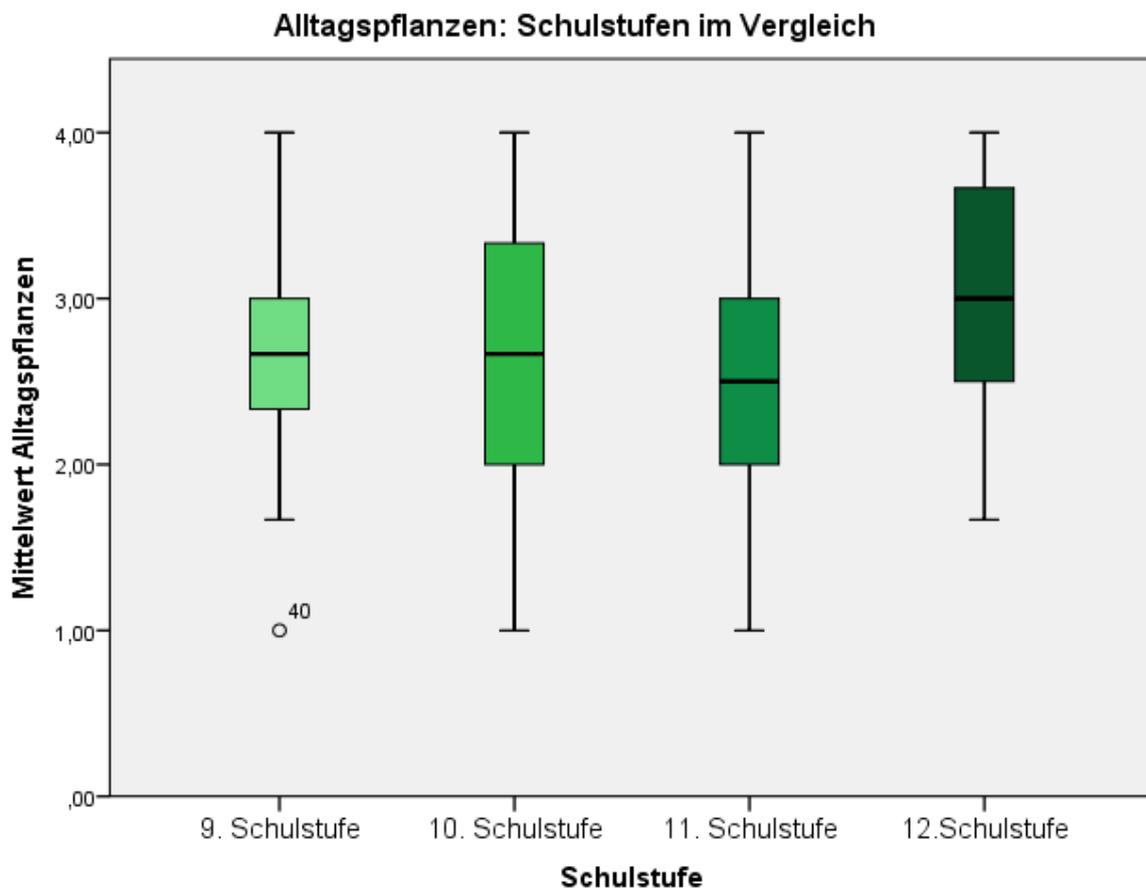
Tabelle 8: Übersicht über Vergleich der unterschiedlichen Schulstufen



1= interessiert mich nicht 2= interessiert mich eher nicht 3= interessiert mich eher schon 4= interessiert mich sehr

Abbildung 20: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Umweltbewusstsein

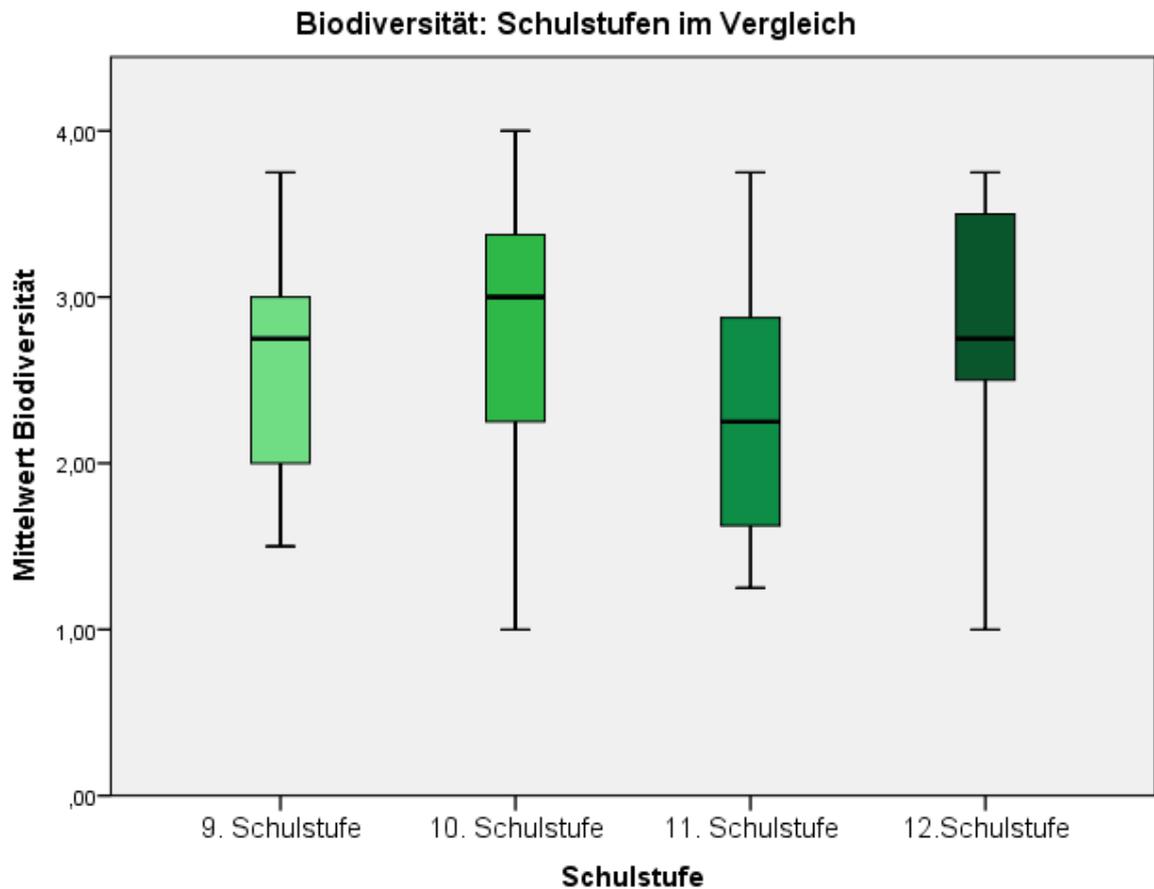
Das Interesse für den Themenblock „Umweltbewusstsein“ scheint am stärksten in der 12. Schulstufe zu sein. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Interessen der Schüler_innen der 11. und 12. Schulstufe festgestellt werden. Das Diagramm zeigt, dass die Schüler_innen der 12. Schulstufe mehr Interesse an dem Themenblock haben als die 11. Schulstufe. In der 11. Schulstufe scheint das Interesse generell am geringsten zu sein, gefolgt von der 9. Schulstufe. Das zweithöchste Interesse herrscht in der 10. Schulstufe. Generell kann aber gesagt werden, dass in allen Schulstufen Interesse für diese Themen vorhanden ist und mit Mittelwerten rund um einen Wert von drei eindeutig im positiven Bereich liegt.



1= interessiert mich nicht 2= interessiert mich eher nicht 3= interessiert mich eher schon 4= interessiert mich sehr

Abbildung 21: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Alltagspflanzen

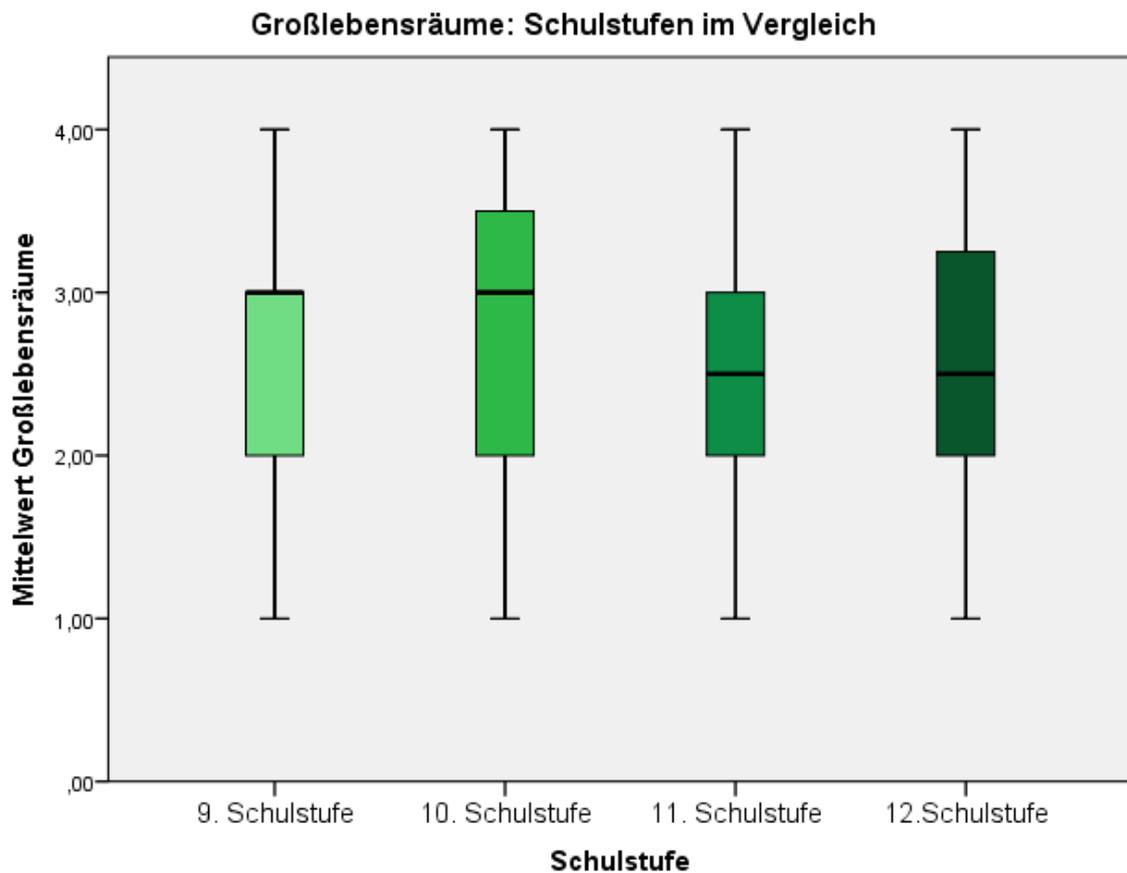
Hier ergibt sich ein ähnliches Bild wie für den Themenblock „Umweltbewusstsein“: Die Interessen scheinen recht gleich auf die Schulstufen verteilt zu sein, wobei die 11. Schulstufe das geringste Interesse zeigt. Auch für diesen Themenbereich gilt, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Interessen der 11. Und 12. Schulstufe zu bestehen scheint. Die 12. Schulstufe zeigt das stärkste Interesse mit einem Mittelwert von über drei.



1= interessiert mich nicht 2= interessiert mich eher nicht 3= interessiert mich eher schon 4= interessiert mich sehr

Abbildung 22: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Biodiversität

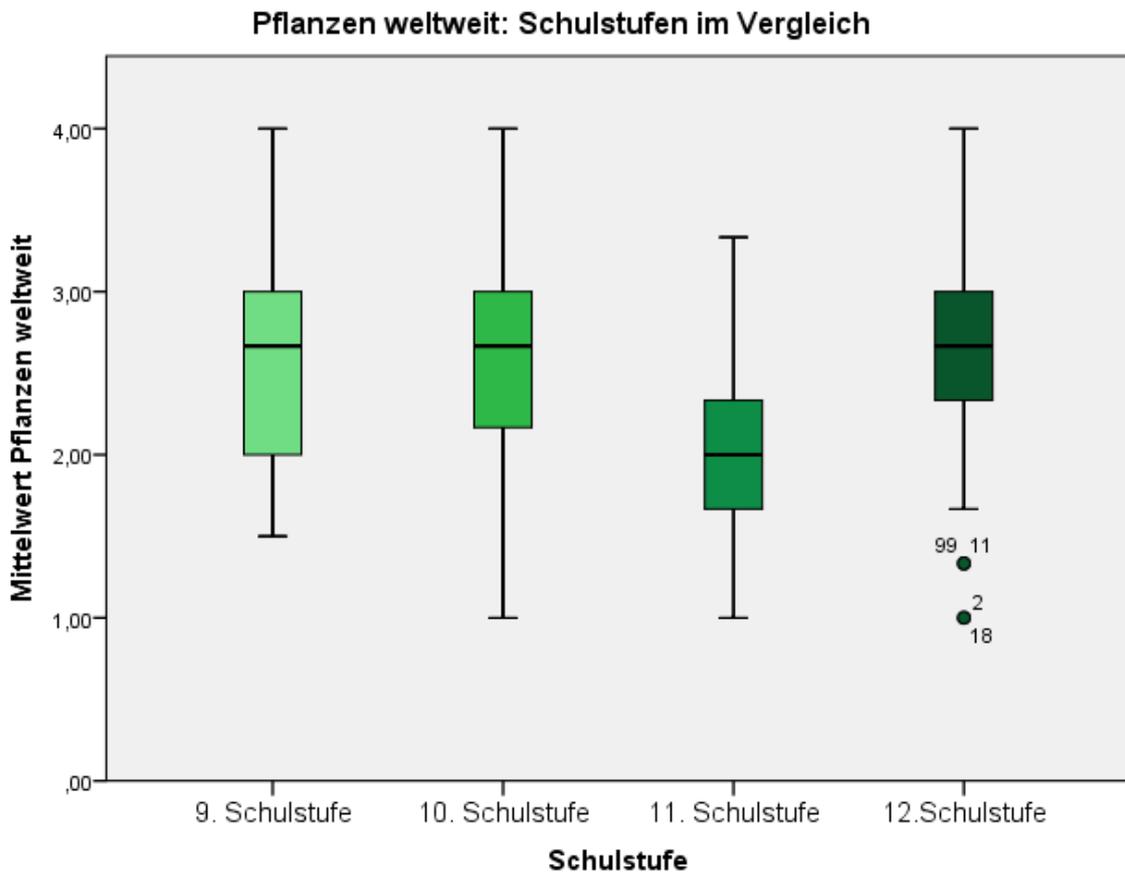
Die Tendenz, dass das Interesse in der 11. Schulstufe im Vergleich mit den anderen Schulstufen am niedrigsten ist, zeigt sich auch im Themenbereich „Biodiversität“. Der Unterschied zwischen den Interessen der 10. und 11. Schulstufe, sowie der 11. und 12. Schulstufe ist statistisch signifikant. Das höchste Interesse in diesem Themenbereich zeigt sich in der 10. Schulstufe mit einem Wert über drei.



1= interessiert mich nicht 2= interessiert mich eher nicht 3= interessiert mich eher schon 4= interessiert mich sehr

Abbildung 23: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Großlebensräume

Für den Themenbereich „Großlebensräume“ konnten bezüglich der Interessen in den einzelnen Schulstufen keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Das zeigt auch die Grafik. Es kann lediglich gesagt werden, dass das Interesse in der 11. und 12. Schulstufe geringer zu sein scheint als in der 9. und 10. Schulstufe. Das Interesse für das Thema scheint in der 10. Schulstufe am größten zu sein, erreicht aber auch hier keinen Wert über 3.



1= interessiert mich nicht 2= interessiert mich eher nicht 3= interessiert mich eher schon 4= interessiert mich sehr

Abbildung 24: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Pflanzen weltweit

Für diesen Themenbereich ergibt sich ebenfalls das Bild, dass das Interesse in der 11. Schulstufe stark abnimmt und mit einem Wert von ca. zwei eine eher negative Einstellung zum Thema widerspiegelt. Die Werte befinden sich generell zwischen zwei und drei. Dadurch ergibt sich, dass das Interesse für diesen Themenbereich relativ gering beziehungsweise nicht vorhanden ist. Zwischen den Werten der 10. und 11. Schulstufe und der 11. und 12. Schulstufe besteht jedoch ein signifikanter Unterschied, der zeigt, dass das Interesse in der 10. und 12. Schulstufe um einiges höher ist als in der 11. Schulstufe. Für die 11. Schulstufe kann generell angenommen werden, dass sehr wenig Interesse für das Thema besteht.

Auswertung der Einzelfragen

Eine Auswertung der Korrelationen der einzelnen Interessensitems untereinander unabhängig von ihrer Zuordnung zu einem Themenblock ergab, dass alle Fragen miteinander signifikant korrelieren. Die Korrelationskoeffizienten geben mit Werten von 0,2 bis 0,5 eine mittelstarke bis schwache Korrelation an, das heißt es korrelieren alle Fragen mehr oder weniger stark positiv miteinander und es gibt keine Korrelation, die besonders hervorzuheben wäre. Bei nur einer Korrelation liegt der Wert des Koeffizienten über 0,6 und zwar zwischen den Items „Biodiversität“ und „Nutzen von Biodiversität“. Im Folgenden wurden die einzelnen Fragen nach Mittelwerten des Interesses sortiert, wobei der grüne Bereich die Fragen anzeigt, bei denen positive Antworten²⁰ überwiegen und der rote Bereich anzeigt, welche Fragen überwiegend negativ²¹ beantwortet wurden (siehe Legende). Für das Ranking wurden alle Interessensitems miteinbezogen, auch jene, die aufgrund der Faktorenanalyse im vorigen Kapitel vernachlässigt wurden.

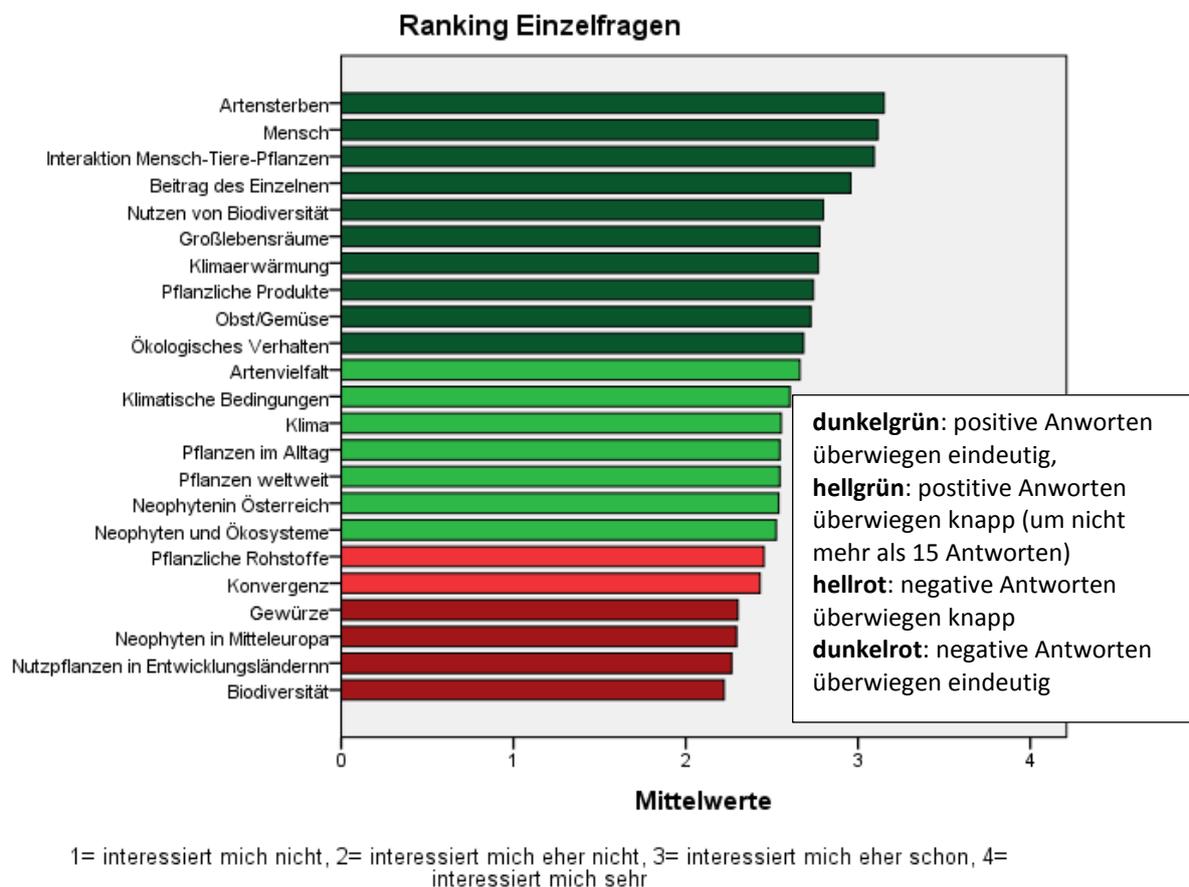


Abbildung 25: Ranking der Einzelfragen nach Mittelwert der Antworten

²⁰ Positive Antworten: interessiert mich eher schon/ interessiert mich sehr

²¹ Negative Antworten: interessiert mich eher nicht, interessiert mich nicht

Auch im Einzelfragenranking zeigt sich, dass jene Fragen an vorderster Stelle stehen, die im Zusammenhang mit der Alltagswelt der Betroffenen stehen oder auf persönliche Betroffenheit abzielen. Einzig die Frage zu Pflanzen im Alltag²² befindet sich auf den hinteren Rängen. Der Grund dafür könnte sein, dass die Frage eher allgemein formuliert ist. Es liegt die Vermutung nahe, dass das Ergebnis anders ausgefallen wäre, hätte die Frage „in deinem Alltag“ gelautet, weil dadurch ein persönlicherer Bezug geschaffen worden wäre.

Bei den Fragen in den hinteren Rängen fällt auf, dass sie sich auf rein pflanzliche beziehungsweise ökologische Zusammenhänge beziehen und keine Personen, Emotionen oder den persönlichen Alltag der Schüler_innen involvieren. Dies entspricht ebenfalls der Theorie der Interessensbildung. Des Weiteren stützt dies die These der ‚plant blindness‘, die bereits im Kapitel „Vorannahmen“ besprochen wurde.

Im Folgenden werden einige ausgewählte Einzelfragen genauer analysiert. Bei Betrachtung der Häufigkeiten der Einzelfragen stellt sich heraus, dass bei über der Hälfte (16 von 23) der Fragen positive Antworten angekreuzt wurden. Bei vier Fragen wurde sogar von mehr als einem Drittel der Befragten „interessiert mich sehr“ angekreuzt. Diese sind:

- *Artensterben*: Warum Arten vom Aussterben bedroht sind
- *Mensch als Bedrohung*: Warum der Mensch eine Bedrohung für die Umwelt darstellt
- *Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen*: Wie Menschen, Tiere, Pflanzen und Umwelt voneinander abhängen

Fragen, die von einem Viertel der Befragten mit „interessiert mich sehr“ angekreuzt wurden, sind:

- *Artenvielfalt*: In welchen Teilen der Erde Artenvielfalt besonders hoch ist
- *Nutzen von Biodiversität*: Welchen Nutzen biologische Vielfalt für den Menschen hat
- *Pflanzliche Produkte*: Woher Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende (z.B. Gewürze, Obst,...)
- *Obst und Gemüse*: Woher das Obst und Gemüse kommt, das man im Supermarkt kaufen kann

Das Item „Artenvielfalt“ ist somit das einzige Item innerhalb der Spitzenreiter des Einzelfragenrankings, das aufgrund der Faktorenanalyse vernachlässigt wurde. Da aber relativ hohes

²² „Welche Pflanzen aus anderen Kontinenten in unserem Alltag eine Rolle spielen (z.B. Mais, Kartoffeln,...)“

Interesse für diese Thema zu bestehen scheint, soll dies in den Themenbereich „Biodiversität“ bei der Gestaltung des Projekts mit einfließen.

Im Vergleich wurden eher weniger negative Antworten angekreuzt. Dies könnte einerseits mit der sozialen Erwünschtheit der Zustimmung zusammenhängen (Dalton & Ortegren, 2011), oder aber auch dafür sprechen, dass sich die Schüler_innen tendenziell eher für die gebotenen Items interessieren als nicht interessieren. Nur bei zwei Fragen wurde von mehr als einem Viertel der Befragten die Antwortmöglichkeit „interessiert mich nicht“ angekreuzt. Diese sind:

- *Neophyten in Mitteleuropa*: Welche Pflanzen in Mitteleuropa wachsen, die aus anderen Kontinenten stammen.
- *Biodiversität*: Was man unter Biodiversität versteht

Es folgt die graphische Darstellung der Verteilung der Antworten für die drei Fragen, die am meisten Interesse hervorgerufen habe: Artensterben, Mensch als Bedrohung, Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen; Für die graphische Darstellung aller weiteren Einzelfragen sei hier auf den Anhang verwiesen.

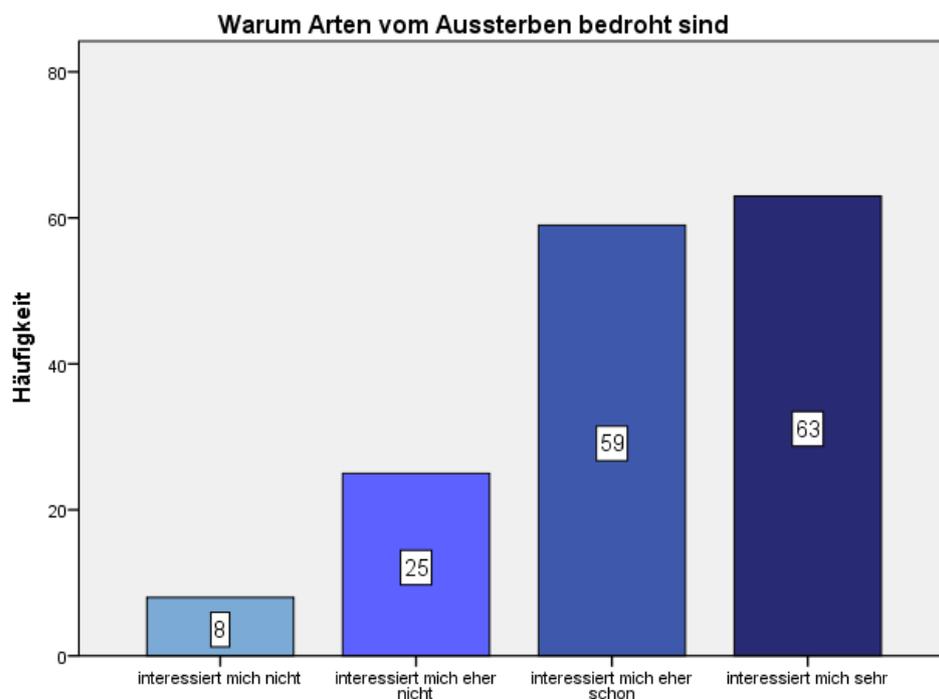


Abbildung 26 Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Artensterben

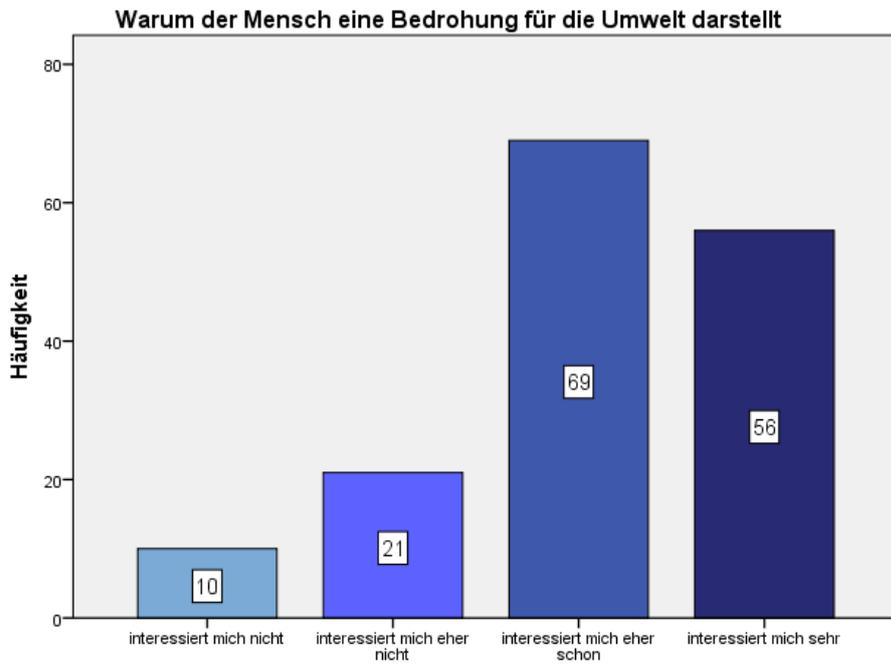


Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Mensch als Bedrohung

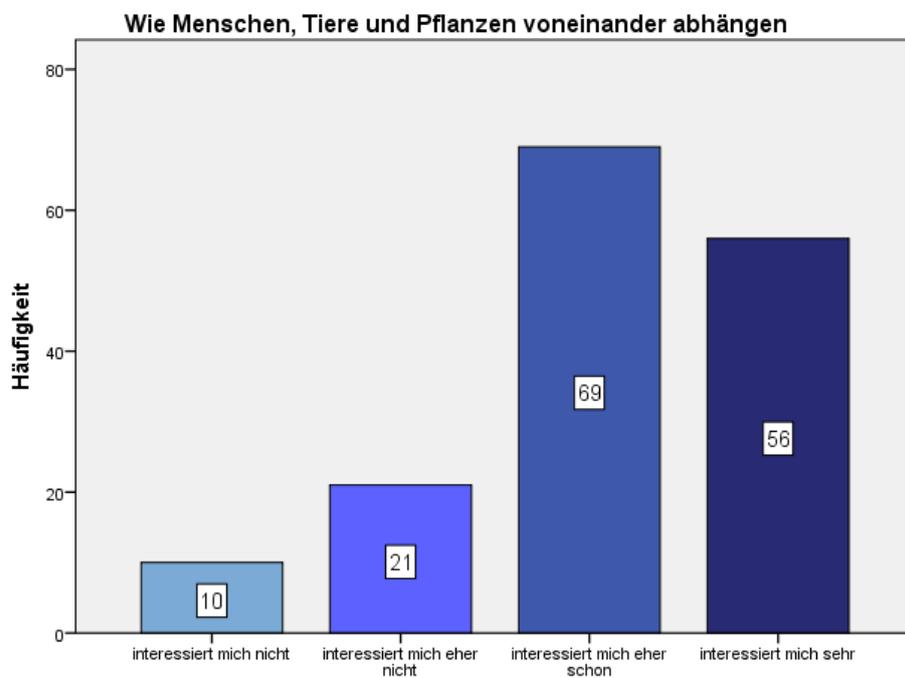


Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen

4.3.2 Diskussion

Überprüfung der Vorannahmen

Betrachtet man die Vorannahmen, zeigt sich, dass diese durch das Ergebnis des Rankings zum größten Teil bestätigt werden. Eine Vorannahme war, dass bei Jugendlichen großes Interesse für das Thema Umweltschutz besteht. Durch die Erstreihung des Themenblocks „Umweltbewusstsein“ konnte dies bestätigt werden. Dieser Block deckt das Thema Umweltschutz insofern ab, als er sich einerseits mit Umweltproblemen beschäftigt, andererseits umweltbewusstes Verhalten anspricht.

Eine weitere Vorannahme bezog sich auf das Phänomen der ‚plant blindness‘. Es wurde davon ausgegangen, dass Pflanzen als uninteressantes Thema gelten. Diese Annahme konnte dadurch bestätigt werden, dass sich Items, die rein pflanzliche Themen ansprechen, in den hinteren Rängen befinden, wie zum Beispiel „Gewürzpflanzen“²³, „Pflanzen weltweit“²⁴ oder „Neophyten in Mitteleuropa“²⁵

Die Vorannahme, dass Pflanzen, die im alltäglichen Leben der Befragten vorkommen, interessanter sind als Pflanzen ohne Alltagsbezug, konnte ebenfalls bestätigt werden. Der Themenblock „Alltagspflanzen“ befindet sich bereits an zweiter Stelle im Ranking, was darauf hinweist, dass Pflanzen, die täglich direkt oder indirekt verwendet werden, mehr Interesse hervorrufen. Das bestätigt darüber hinaus die Vorannahme, dass das Vorwissen eine Rolle spielt. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Vorwissen zu alltäglichen Pflanzen größer ist als zu anderen Pflanzen und diese daher mehr Interesse bei den Befragten hervorrufen haben. Dadurch erklärt sich auch, warum Neophyten einen relativ niedrigen Interessanztheitsgrad erreichen. Es muss davon ausgegangen werden, dass zu dieser Pflanzengruppe wenig Bezug seitens der Schüler_innen besteht und dieser erst hergestellt werden muss.

Eine weitere Vorannahme war, dass außergewöhnliche Phänomene Interesse hervorrufen. Diese Vorannahme ergibt sich vor allem aus der bereits erwähnten Interessentheorie, gemäß derer überraschende Aspekte besonders geeignet sind, um Interesse hervorzurufen. Diese Vorannahme hat sich nur zum Teil bestätigt, konnte aber auch bei näherer Betrachtung durch den Fragebogen nicht überprüft werden, da sich nur ein Item mit diesem Thema

²³ „Woher Gewürzpflanzen stammen“

²⁴ „Pflanzen aus anderen Teilen der Erde“

²⁵ „Welche Pflanzen in Mitteleuropa wachsen, die aus anderen Kontinenten stammen.“

beschäftigt und zwat „Klimatische Bedingungen“²⁶. Dieses befindet sich gemäß des Einzelfragenrankings im Mittelfeld.

Schulstufe

Die Schulstufe wird hier als Maß für das Alter der Schüler_innen herangezogen. Obwohl in den unterschiedlichen Schulstufen das Alter variieren kann, wird davon ausgegangen, dass die Schulstufe ein Maß für einen ähnlichen Entwicklungsstand oder zumindest einen ähnlichen Wissenstand darstellt, da die Wahrscheinlichkeit groß ist, dass sich die Schüler_innen mit ähnlichen Unterrichtsinhalten beschäftigt haben.

Wie bereits im Kapitel „Zusammenhänge mit demographischen Daten“ erwähnt, scheint das Interesse in der 11. Schulstufe für alle Themengebiete im Vergleich mit den anderen Schulstufen geringer zu sein. Für die einzelnen Themengebiete sollen hier noch einmal zusammenfassend die wichtigsten Ergebnisse erläutert werden:

Für das Themengebiet „Umweltbewusstsein“ gilt, dass generell hohes Interesse dafür herrscht. Dieses ist besonders stark in der 10. und 12. Schulstufe. Der Themenblock „Alltagspflanzen“ scheint in der 12. Schulstufe das meiste Interesse hervorzurufen. Das Interesse für den Themenblock „Biodiversität“ ist eindeutig am höchsten in der 10. Schulstufe, wobei hier das Interesse in der 11. Schulstufe im Vergleich sehr gering ist. Der Themenkomplex „Großlebensräume“ zeigt ein ähnlich verteiltes Interesse. Es gibt hier kaum Unterschiede zwischen den Schulstufen. Für das Themengebiet „Pflanzen weltweit“ kann gesagt werden, dass das Interesse generell gering ist, vor allem in 11. Schulstufe.

Für die Planung des Projekts werden daraus folgende Schlüsse gezogen: Das Themengebiet „Umweltbewusstsein“ soll einen zentralen Stellenwert im Projekt einnehmen, da es in allen Schulstufen den Interessenschwerpunkt darstellt. Auch das Thema „Alltagspflanzen“ sollt nach Möglichkeit bei der Durchführung des Projekts bedacht werden. Der Themenblock Biodiversität kann ebenfalls im Rahmen des Projekts angesprochen werden, da das Interesse noch relativ hoch ist, vor allem in der 10. Schulstufe.

Geschlecht

Ziel des Projekts soll sein, beide Geschlechter gleichermaßen anzusprechen. Faulstich-Wieland (2004) schlägt für einen solchen Unterricht vor, „soziale und umweltbezogenen Anwendungen“ miteinzubeziehen (Faulstich-Wieland, 2004, S. 19). Insbesondere der All-

²⁶ „Wie Pflanzen an extreme klimatische Bedingungen wie z.B. Frost, Hitze, Nässe angepasst sind“.

tagsbezug von Themen spielt hier eine Rolle. Themen mit „real-life contexts“ und persönlichem Bezug sind laut Parker & Rennie (2002) am besten dazu geeignet, alle Schüler_innen miteinzubeziehen. Alltagsbezug wird geschaffen, indem Naturwissenschaften nicht als abgehobene Disziplin präsentiert werden, sondern als etwas, das im täglichen Leben stattfindet und eine Rolle spielt (Parker & Rennie, 2002).

Betrachtet man nun die Ergebnisse der Befragung bezüglich der Geschlechter, konnte für drei von fünf Themengebiete kein signifikanter Unterschied zwischen den Interessen der Mädchen und Jungen aufgezeigt werden. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die Themen für Schüler und Schülerinnen ähnlich ansprechend oder nicht ansprechend ist. Für die beiden beliebtesten Themen „Umweltbewusstsein“ und „Alltagspflanzen“ lässt sich jedoch ein signifikanter Unterschied nachweisen: Mädchen sind stärker interessiert an diesen Themen wie Jungen. Vor allem für das Thema „Umweltbewusstsein“ gibt es zahlreiche Studien, die ähnliche Ergebnisse zeigen (Sjøberg & Schreiner, 2010) (Zuba & Kromer, 2005).

In der Literatur kann man oft die Aussage lesen, dass sich Jungen mehr für den naturwissenschaftlichen Unterricht interessieren, als Mädchen, weil in den Naturwissenschaften Themen behandelt werden, die Jungen mehr interessieren. Das ist zum Beispiel eine Schlüsselaussage der ROSE-Studie (Sjøberg & Schreiner, 2010). Jedoch muss gesagt werden, dass diese Aussage sehr allgemein formuliert ist und speziell für den Biologieunterricht differenzierter betrachtet werden muss. Generell werden Jungen eher von technischen Inhalten angesprochen, Mädchen eher von sozialen Inhalten (Reid & Skryabina, 2003). Der Biologieunterricht fällt eher in den zweiten Bereich. Wenn nun „Umweltbewusstsein“ und „Alltagspflanzen“ Themen darstellen, die Mädchen mehr interessieren, könnte man davon ausgehen, dass diese Themenwahl nur den Interessen der Mädchen entspricht. Jedoch erfüllen gerade diese beiden Themengebiete den von Faulstich-Wieland (2004) beschriebenen Anforderungen an geschlechtergerechten Unterricht: Alltagsbezug und persönlicher Bezug. Daher wird in Hinblick auf das Projekt angenommen, dass mit diesen beiden Themengebieten beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen werden.

5 Planung des Projekts

5.1 Rahmenbedingungen

Die Auswahl der Themen wird basierend auf folgenden Faktoren getroffen:

- Rahmenbedingungen des Projekts
- Gegebenheiten des Gartens
- Lehr- und Lernziele
- Interesse der Schüler_innen

Die möglichen Themenfelder für das Projekt wurden bereits eingehend im Kapitel „Fragestellung und Definition“ besprochen. Auch die Rahmenbedingungen des Projekts wurden bereits in der Einleitung kurz erklärt, sollen hier aber noch einmal beschrieben werden. Ein Projekt der Grünen Schule im Botanischen Garten der Universität Wien dauert zwei Stunden und wird in der Regel von einer Gartenführerin/einem Gartenführer betreut. Dafür stehen zwei überdachte Räumlichkeiten zur Verfügung: die Schattenhalle und das Forscherzelt. Projekte bestehen normalerweise aus einem praktischen Teil und einer Führung durch den Garten.

Da es mehrere Pflanzengruppen im Garten gibt, die sich sehr gut dazu eignen, ökologische Gegebenheiten in Zonobiomen zu erklären, liegt es nahe, diese Ressourcen im Projekt zu nützen. Zu den fachspezifischen Grundlagen sei auf die Kapitel „Großlebensräume“, „Biodiversität“ und „Neophyten“ verwiesen.

5.2 Konsequenzen für die Planung des Projekts

Bei der Planung des Projekts soll beachtet werden, dass besonders Themen mit Alltags- und persönlichem Bezug Schüler_innen ansprechen. Daher wird bei der Planung versucht, möglichst alle Themen mit diesen Faktoren in Verbindung zu bringen. Folgende Ziele wurden daher für das Projekt formuliert:

- Die Schüler_innen verstehen die Konzepte „biologische Vielfalt“ und „Ökosystem“.
- Die Schüler_innen verstehen, warum biologische Vielfalt wichtig ist für den Menschen.

- Die Schüler_innen haben einen groben Überblick über Großlebensräume der Erde, insbesondere jene, die im Botanischen Garten veranschaulicht werden können, und können diese geographisch einordnen.
- Die Schüler_innen können Biodiversitätshotspots der Erde geographisch einordnen und in Verbindung mit Großlebensräumen sowie der sozialen Lebensrealität der Menschen vor Ort bringen.
- Die Schüler_innen wissen Bescheid über die Bedrohung von Biodiversität durch den Menschen.
- Die Schüler_innen kennen Möglichkeiten von ökologisch nachhaltigen Verhaltensweisen, die sie in ihrem Alltag durchführen können.

Diese Ziele beziehen sich inhaltlich auf die Themengebiete Biodiversität und deren Schutz. Das Thema des Schutzes wurde vor allem aufgrund der Ergebnisse der Befragung miteinbezogen, laut der sich die Schüler_innen dafür besonders interessieren. Darüber hinaus werden geographische und ökologische Grundlagen angesprochen. Des Weiteren werden Themen des Globalen Lernens sowie der Bildung für nachhaltige Entwicklung aufgegriffen, indem Vielfalt in einem globalen Maßstab besprochen und in einen gesellschaftlich-sozialen Kontext gesetzt wird. Durch die Thematisierung von ökologisch nachhaltigem Verhalten wird auch der Bezug zum Alltag als maßgeblicher Faktor miteinbezogen.

Was den Namen des Projekts betrifft, wird an diesem Punkt für eine Umbenennung plädiert. Noch trägt das Projekt den Namen „Reise um die Welt in zwei Stunden“. Wie bereits im Kapitel „Zielgruppe“ erwähnt, wird davon ausgegangen, dass der Titel eher jüngere Schüler_innen anspricht. Um zu verdeutlichen, dass das Projekt eher für Schüler_innen der Oberstufe geeignet ist, müsste der Titel darauf hinweisen, dass in dem Projekt komplexere und gesellschaftlich relevante Themen angesprochen werden.

5.3 Ablauf

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Verlauf des Projekts und den zeitlichen Rahmen. Im Anschluss werden die einzelnen Phasen genauer erläutert.

Einstieg	Inhalt: Definition der Begriffe Ökosystem und biologische Vielfalt
Dauer: 10 min.	Ziel: Wissensstand erheben, Grundlagen klären
Ort: Forscherzelt oder Schattenhalle	Methode: Brainstorming, Fragen entwickelnder Vortrag
	Material: Flipchart, Impulsgegenstände für Brainstorming
Erarbeitungsphase 1	Inhalt: Großlebensräume/Klimazonen der Erde kennenlernen, einzelne Pflanzen im Garten kennenlernen, Grundkenntnisse über klimatische Bedingungen und Auswirkungen auf Vegetation erwerben
Dauer: 60 min.	Ziel: Informationen selbstständig verarbeiten, Schlüsse daraus ziehen und präsentieren
Ort: Garten, verschiedene Standorte	Methode: selbstständige Gruppenarbeit mit Arbeitsauftrag, Schüler-Präsentation, Input durch Gartenführer_in
	Material: Arbeitsblätter, Steckbriefe, Infoblätter
Erarbeitungsphase 2	Inhalt: Großlebensräume der Erde geographisch einordnen
Dauer: 10 min.	Ziel: bereits vorhandenes und gerade erworbenes Wissen anwenden
Ort: Schattenhalle oder Forscherzelt	Methode: Plenumsdiskussion, fragen-entwickelnder Vortrag
	Material: Weltkarte, Landschaftsfotos
Erarbeitungsphase 3	Inhalt: Biodiversitätshotspots geographisch einordnen, Entwicklungsländer geographisch einordnen
Dauer: 15 min.	Ziel: selbstständig Parallelen erkennen und Schlüsse ziehen, erworbenes Wissen anwenden
Ort: Schattenhalle oder Forscherzelt	Methode: Plenumsdiskussion, fragen-entwickelnder Vortrag
	Material: Weltkarte mit Biodiversitätshotspots, Weltkarte mit Entwicklungsländern
Reflexion	Inhalt: Möglichkeiten des Biodiversitätsschutzes kennenlernen, Möglichkeiten des umweltbewussten, ökologisch nachhaltigen Verhaltens kennenlernen
Dauer: 15 min	Ziel: eigenes Verhalten in Bezug auf Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit reflektieren und diskutieren
Ort: Schattenhalle oder Forscherzelt	Methode: Spiel
	Material: Liste mit Statements

Tabelle 9: Übersichtstabelle über den Ablauf des Projekts

5.3.1 Einstieg

Als Einstieg sollen wichtige Begriffe geklärt und der Wissensstand der Schüler_innen überprüft werden. Dieser Teil dient vor allem dazu, dass alle Teilnehmer_innen die gleichen Voraussetzungen für das Projekt haben.

Der erste Begriff, der geklärt werden soll, ist „Biodiversität“ beziehungsweise „biologische Vielfalt“. Zu diesem Begriff soll zuerst ein Brainstorming stattfinden, das durch eine Dokumentation auf dem Flipchart durch den/die Gartenführer_in unterstützt wird. Als Impuls für das Brainstorming werden verschiedene Apfelsorten präsentiert und verkostet. Dann soll die Frage im Raum stehen, warum es überhaupt verschiedene Sorten gibt und was das dem Menschen bringt. Als Unterstützung beziehungsweise Input für den/die Gartenführer_in können kurze Texte dienen (siehe „Materialien“).

Die Schüler_innen werden dann gefragt, was sie sich unter dem Begriff biologische Vielfalt vorstellen oder ob sie wissen, was er bedeutet. Je nachdem, welches Vorwissen besteht, muss der/die Gartenführer_in einen Input geben (siehe Kapitel „Biodiversität“).

Der zweite Begriff, der geklärt werden soll, ist Ökosystem. Dafür wird der Begriff auf ein weiteres Flipchart-Papier geschrieben. Der/die Gartenführer_in stellt wieder die Frage, was die Schüler_innen unter dem Begriff verstehen. Davor wurden bereits Kärtchen vorbereitet, auf denen die Komponenten der Definition des Begriffs Ökosystem stehen. Diese werden im Lauf der Diskussion rund um den Begriff Ökosystem geklebt. Das Ergebnis könnte folgendermaßen aussehen:

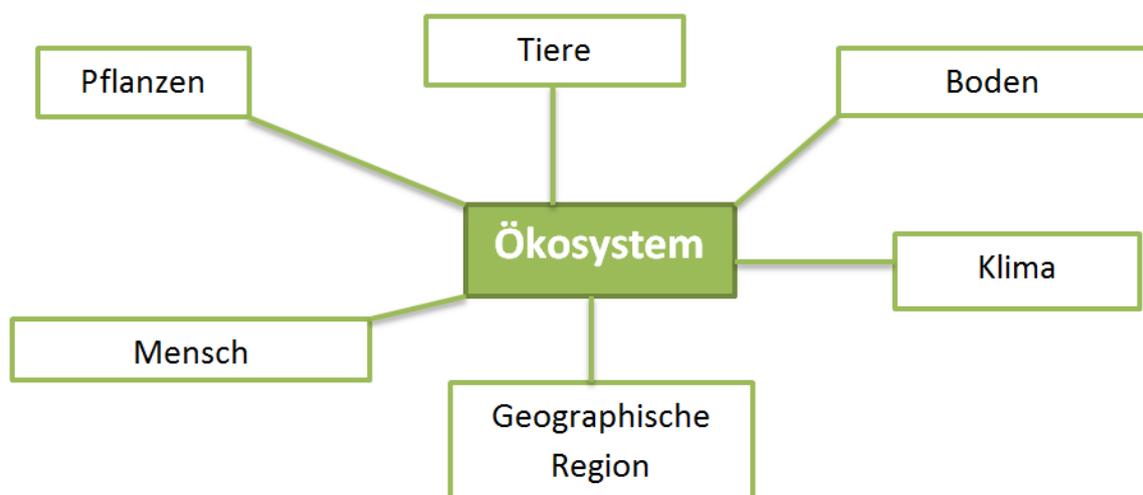


Abbildung 29: Mindmap Ökosystem

5.3.2 Erarbeitungsphase 1: Ökologische Grundlagen

Nachdem grundlegende Begriffe geklärt wurden, werden die SchülerInnen in drei bis vier Gruppen geteilt. Jede Gruppe erhält einen Großlebensraum zur Bearbeitung. Sie erhalten dafür ein Infoblatt zum jeweiligen Großlebensraum sowie ein Handout mit einem Arbeitsauftrag (siehe Kapitel „Materialien“). Die Schüler_innn werden dann zu den jeweiligen Standorten im Garten geschickt, die die Großlebensräume repräsentieren.

Der Arbeitsauftrag enthält die Anweisung, das Infoblatt über den jeweiligen Lebensraum zu lesen und eine Pflanze, Gattung oder Familie auszusuchen, die sie bearbeiten möchten. Die Pflanzen, die zur Auswahl stehen, sind mit einem laminierten Steckbrief versehen und somit leicht erkennbar. Die Möglichkeit, die Pflanzen auszuwählen sowie die Gruppenarbeit sind zwei Faktoren, die laut Hidi & Renninger (2006) motivierend wirken (Hidi & Renninger, 2006) und wurden daher in das Projekt eingebaut.

Für die Aufgabe wurden folgende Standorte im Garten und folgende Pflanzengruppen ausgewählt:

Standort	Lebensraum	Pflanzen
Tropenhaus	tropischer Regenwald	Bromelien (Bormeliaceae): Orchideen (Orchidaceae) Kaffee (<i>Coffea</i>)
Sukkulatengruppe	subtropische Wüstengebiete	Agaven (<i>Agave</i>) Kakteen (Cactaceae) Wolfmilchgewächse (Euphorbiaceae)
Alpinum	alpine Stufe in Mitteleuropa, Alpen	Steinbrech (<i>Saxifraga</i>) Edelweiß (<i>Leontopodium nivale</i>) Latsche (<i>Pinus mugo</i>)
Gehölzsammlung	temperater Laubwald in Mitteleuropa	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>) Stieleiche (<i>Quercus robur</i>) Schneeglöckchen (<i>Galanthus nivalis</i>)

Tabelle 10: Überblick Standorte und ausgewählte Pflanzen

Die Wahl der Standorte erfolgte aufgrund von verschiedenen Kriterien. Ein wichtiges Kriterium war die Anschaulichkeit. Die Gruppen sollten Bedingungen in einem Großlebensraum beziehungsweise einer Klimazone optisch ansprechend repräsentieren. Weitere Kriterien waren, dass die Gruppen räumlich klar abgegrenzt von den übrigen Teilen des Gartens sind

und sich in geringer Distanz zueinander und zum Forscherzelt beziehungsweise zur Schatthalle befinden. Diese Kriterien treffen auf die Sukkulatengruppe, Alpinum und Tropenhaus zu. Einen Spezialfall stellt die Gehölzgruppe dar. Sie ist nicht so klar abgegrenzt von den restlichen Pflanzengruppen und befindet sich in eher großer Distanz zu den anderen Standorten. Sie wurde jedoch ausgewählt, weil der Lebensraum Mitteleuropa in Bezug auf das Klima einen klassischen Gegenpol zum tropischen und subtropischen Klima darstellt und darüber hinaus für die Schüler_innen eine Sonderstellung hat, weil sie hier leben. Es wird angenommen, dass der Vergleich zwischen der vertrauten Umgebung, also der nemoralen Zone, und den anderen Zonen für die Schüler_innen den größten Erkenntnisgewinn bringt, wie zum Beispiel beim Vergleich des Tageszeiten- und Jahreszeitenklimas. Der Standort, der diese Zone repräsentiert, kann aber von der/dem Gartenführer_in relativ frei gewählt werden, weil sich im Garten mehrere Bereiche dafür eignen.

Die Auswahl der Pflanzen erfolgte aufgrund von verschiedenen Überlegungen. Zwei Hauptanforderungen waren, dass die Pflanzen im Garten vertreten sein müssen und dass man an ihnen Anpassungen an den jeweiligen Lebensraum erkennen muss. Pflanzen, die aufgrund ihrer besonderen Anpassungen ausgewählt wurden, sind Kakteen, Agaven und Wolfsmilchgewächse (Sukkulenz, CAM-Stoffwechsel), Steinbrech (Polsterwuchs), Latsche (Krummwuchs), Edelweiß (Behaarung), Orchideen und Bromelien (Epiphyten), Kaffee (Träufelspitze), Rotbuche und Stieleiche (Laubwurf), Schneeglöckchen (Frühjahrsgeophyt).

Weitere Überlegungen waren, dass die ausgewählten Pflanzen möglichst bekannt sein sollten. Daher wurden erstens Nutzpflanzen, wie zum Beispiel Kaffee, Buche oder Agave ausgewählt. Zweitens wurden Pflanzen mit gewissem Symbolwert ausgewählt, wie zum Beispiel das Edelweiß. Oder es wurden drittens Pflanzen ausgewählt, die aus dem Alltag als Zierpflanzen bekannt sind, wie zum Beispiel die Orchideen.

Laut Arbeitsauftrag sollen nun der Steckbrief gelesen werden und einige Fragen beantwortet werden. Die Pflanze und die Ergebnisse sollen dann der restlichen Klasse vor Ort vorgestellt werden. So erhält die ganze Gruppe einen Überblick über einige beispielhafte Lebensräume der Erde. Die Präsentation sollte noch durch einige Inputs seitens der Gartenführer_innen ergänzt werden. Zusätzlich kann nach diesem Teil je nach Bedarf und Zeitmanagement noch eine kurze Führung stattfinden. Hier sei auf die bereits vorhandenen Materialien für eine Führung zu dem Thema verwiesen sowie auf die Kenntnisse und das Urteil der Gartenführer_innen, die das Projekt durchführen. Ein thematischer Vorschlag für eine ergänzende Füh-

rung ist, auf verschiedene Nutzpflanzen einzugehen, die aus den jeweiligen Regionen stammen.

Als Grundlage für die Materialien wurden die Texte aus dem Kapitel „Theoretische Grundlagen“ herangezogen, interne Materialien der Grünen Schule sowie Materialien des Botanischen Gartens der Universität Wien (Geschichte des HBV, 2012). Ebenfalls verwendet wurden verschiedene Einführungswerke, von denen einige Beispiele genannt werden sollen:

- Tropen: Frey & Lösch (2004) Grabherr (1997) Schultz (2010)
- Alpen: Kremer (2001) Laubner & Wagner (2012) Vitek et al. (2007)
- Temperater Laubwald: Fischer & Wiswede (2009) Bayrischer Forstverein (1998) Roloff, Weisgerber, Lang, & Stimm (2010)
- Wüste: Egli (1994) Hecht (1992) Pfannhauser (2010)

Folgender Plan des Botanischen Gartens gibt einen Überblick über die genannten Standorte:

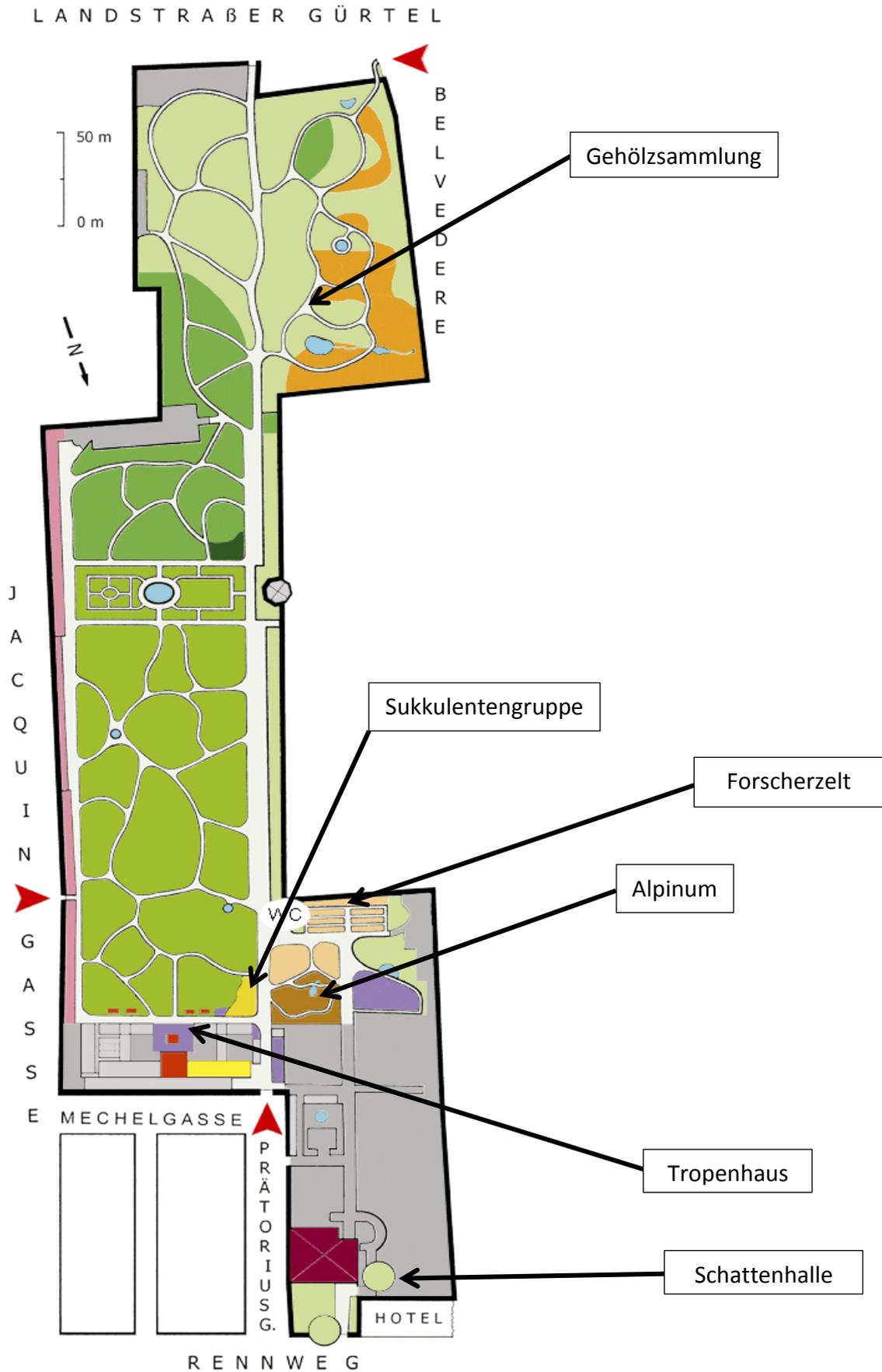


Abbildung 30: Plan des Botanischen Gartens der Universität Wien und ausgewählte Standorte

5.3.3 Erarbeitungsphase 2: Geographische Einordnung: Großlebensräume

Im Forscherzelt oder in der Schattenhalle wird eine Weltkarte aufgehängt. Am Tisch werden Fotos von verschiedenen Landschaften (siehe „Materialien“) verteilt. Die gesamte Gruppe hat die Gelegenheit, diese zu betrachten und darüber zu diskutieren, woher die jeweiligen Fotos stammen könnten. Gemeinsam sollen sie zu einem Entschluss kommen und die Fotos geographisch einordnen. Die Wahl wird mit dem/der Gartenführer_in diskutiert, die hier eine moderierende Funktion einnimmt. Nachdem die richtige geographische Einordnung gefunden wurde, werden die Fotos an der entsprechenden Stelle der Weltkarte festgeklebt. So erhalten die Schüler_innen einen Überblick über die globale Verteilung von Großlebensräumen.

5.3.4 Erarbeitungsphase 3: Mensch und Biodiversität

Zum Einstieg in diese Phase erfolgt ein Input durch die Gartenführer_in. Der Begriff „Biodiversitätshotspot“²⁷ soll erklärt werden. Danach wird den Schüler_innen eine Weltkarte gezeigt, auf der die wichtigsten Hotspots eingezeichnet sind (siehe „Materialien“). Danach wird eine Weltkarte gezeigt, die die Verteilung von Entwicklungsländern zeigt (siehe Materialien)²⁸. Dann sollen die Schüler_innen laut nachdenken, was der Zusammenhang zwischen diesen beiden Karten sein könnte. Die Gartenführer_in fungiert hier wiederum als Moderatorin. Wünschenswert wäre, dass die Schüler_innen erkennen, dass sich gerade in Entwicklungsländern²⁹ viele Biodiversitätshotspots befinden, was vor allem die Tropen betrifft. (Myers & Mittermeier, 2000; Eißing & Amend, 2007) Dies stellt eine besondere Problematik dar, weil laut dem Human Development Report von 2011 Länder mit dem geringsten HDI³⁰ den geringsten Beitrag zum Schutz von Umwelt leisten können, gleichzeitig aber am meisten unter der Umweltzerstörung leiden. Eißing & Amend (2011) formulieren das folgendermaßen:

„Armut impliziert häufig eine direkte Abhängigkeit von der Nutzung der natürlichen Ressourcen. Eine Degradation der natürlichen Ressourcen ist vielfach die Folge, und

²⁷ Für die Definition siehe Kapitel „Hotspots“

²⁸ Es wurde eine Weltkarte ausgewählt, die als Maß für den Grad der Entwicklung eines Landes den „Human Development Index“ verwendet. Dieser setzt sich aus drei Komponenten zusammen: Lebenserwartung, Bildung sowie Lebensstandard berechnet aus dem BIP pro Kopf (A Developing World, 2013).

²⁹ Unter Entwicklungsländer werden hier Länder verstanden, deren Entwicklungsstand laut Human Development Index als „low“ beziehungsweise „medium“ eingestuft wird (siehe: (A Developing World, 2013)

³⁰ Human Development Index

die ländliche Armut und Hunger verschärfen sich. Der Kreislauf von Naturzerstörung, Reduktion der Vielfalt und Armutszunahme kann nur dann durchbrochen werden, wenn die zentrale Bedeutung des Erhaltes und der nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt als wirtschaftlich-sozial-kulturelle Existenzgrundlage der Menschen erfasst und umgesetzt wird.“ (Eißing & Amend, 2007, S. 11)

Die größte Belastung der Umwelt geht aber von den Aktivitäten in Ländern aus, die den höchsten HDI aufweisen. Eine wünschenswerte Parallele, die mit den Schüler_innen diskutiert werden sollte, ist, dass Länder mit den größten Biodiversitätsressourcen am wenigsten zu deren Schutz beitragen können und diese Verantwortung also auch bei anderen Ländern liegt (Human Development Report, 2011). Ein Maßnahmenkatalog gegen diese Probleme ist bei der CBD³¹ 1992 aufgestellt worden, der unter anderem beinhaltet, dass Entwicklungsländer in Bezug auf Biodiversitätsschutz von anderen Ländern unterstützt werden sollen (vgl. Kapitel: „Biodiversitätsschutz“).

5.3.5 Reflexion

Die Überleitung zur Abschlussreflexion kann folgende Frage sein: „Was kann man zum Schutz von Biodiversität tun?“. Der/die Gartenführer_in kann als Beispiel für einen Beitrag die Arbeit des Botanischen Gartens erwähnen (siehe Kapitel: „Biodiversitätsschutz“). Daran anschließen kann die Reflexionsübung nach dem Vorbild der Übung „Lebendes Barometer“, das von Marina Hethke und Ines Fehrmann für ein Projekt zu Energiepflanzen im Tropenhaus Witzenhausen verwendet wird (Hethke & Fehrmann, 2012, S. 45). Diese Übung verläuft folgendermaßen: Die Schüler_innen stellen sich im Kreis auf. Dann werden verschiedene Maßnahmen vorgelesen, die man als Einzelperson zum Schutz der Umwelt durchführen kann. Je nachdem, wie sehr die Schüler_innen dazu bereit sind, diese Maßnahme selbst durchzuführen, sollen sie sich im Kreis positionieren. Je größer die Bereitschaft ist, desto weiter in die Mitte sollen sich die Schüler_innen stellen. Die Positionen sollen nicht bewertet werden. Zum Teil kann aber die Gartenführer_in die Schüler_innen fragen, warum sie sich an den jeweiligen Platz gestellt haben. So soll eine Diskussion zwischen den Schüler_innen entstehen. Der/die Gartenführer_in fungiert ein weiteres Mal als Moderator und soll die Diskussion in die gewünschte Richtung lenken.

³¹ Convention on Biological Diversity

Folgende Punkte sind Beispiele für Maßnahmen, die jede_r Einzelne durchführen kann und bei der Übung vorgelesen werden können:

- Ich drehe das Licht ab, wenn ich es nicht mehr brauche.
- Ich verwende eine Verteilersteckerleiste für meine elektronischen Geräte und drehe sie über Nacht ab.
- Ich bevorzuge umweltfreundliche Transportmittel wie zum Beispiel öffentliche Verkehrsmittel, Fahrrad usw.
- Ich kaufe Bio-Lebensmittel.
- Ich bevorzuge Obst und Gemüse aus Österreich.
- Ich esse höchstens zweimal pro Woche Fleisch.
- Ich stelle die Heizung auf 19°C im Winter, nicht mehr.
- Ich kaufe nur Kleidung, die aus biologisch angebauten Materialien besteht.
- Ich kaufe eher Fair-Trade-Produkte als andere, wenn ich die Wahl habe.
- Ich drehe beim Duschen das Wasser ab während des Einseifens.
- Ich achte darauf, Dinge zu kaufen, die sparsam verpackt sind.

Ziel dieser Übung soll sein, dass die Schüler_innen über ihr Verhalten reflektieren, neue Ideen für umweltbewusstes Verhalten bekommen und sich bewusst werden, was jede_r Einzelne zum Schutz von Umwelt beitragen könnte. Wichtig ist aber auch, dass die Schüler_innen nicht überladen werden und kein Gefühl der Ohnmacht entsteht. Der/die Gartenführer_in muss betonen, dass die Verantwortung für die Umwelt nicht beim einzelnen Konsumenten liegt, sondern dass Umweltschutz auf verschiedenen Ebenen stattfinden muss, um etwas zu bewirken, und zwar:

- auf internationaler Ebene:

Diese Ebene betrifft Regierungen und internationale Vereinigungen, die Abkommen abschließen sowie Richtlinien und Maßnahmen einführen, deren Ziel nachhaltige Entwicklung ist. Ein Beispiel dafür sind Abkommen zur Förderung von erneuerbarer Energie. Des Weiteren wird auf internationaler Ebene verhandelt, wie Umweltprobleme gelöst werden können. Länder wie Österreich unterstützen andere Länder hierbei, ihre Interessen zu vertreten und unter gleichen Voraussetzungen in die Verhandlungen zu gehen (Eißing & Amend, 2007).

- auf lokaler Ebene:

Erstens betrifft diese Ebene lokale Maßnahmen zum Artenschutz und die Bemühungen einzelner Institutionen, wie zum Beispiel dem Botanischen Garten. Ein weiterer Punkt ist Bildung und Informationspolitik, die dazu beitragen soll, Bewusstsein für die Problematik zu schaffen (Eißing & Amend, 2007).

Zweitens betrifft diese Ebene Maßnahmen in Partnerländern der Entwicklungsarbeit von Ländern wie Österreich. Das kann die Förderung von verschiedenen Projekten vor Ort sein, wie zum Beispiel Ökotourismus-Projekte, die Errichtung von geschützten Gebieten oder die Etablierung von nachhaltiger Landwirtschaft (Eißing & Amend, 2007).

- auf persönlicher Ebene:

Diese Ebene betrifft dann den einzelnen Konsumenten und sein Verhalten.

Literaturverzeichnis

Online-Quellen

- A Developing World*. (2013). Abgerufen am 5. März 2013 von Canadian Geographic:
<http://www.canadiangeographic.ca/worldmap/cida/cidaworldmap.aspx>
- Agenda 21. (1992). *Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung*. Rio de Janeiro.
- Bildung für nachhaltige Entwicklung*. (2012). Abgerufen am 2. Dezember 2012 von Forum Umweltbildung: <http://www.umweltbildung.at/initiativen/archiv/nachhaltige-entwicklung-als-herausforderung-fuer-die-zukunft/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung/was-ist-bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung.html>
- Brundtland Commission. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*. United Nations.
- CBD Home*. (kein Datum). Abgerufen am 29. 08 2012 von <http://www.cbd.int/intro/>
- CBD Nagoya-Protocol*. (2012). Abgerufen am 13. September 2012 von <http://www.cbd.int/abs/>
- Conservation International*. (2012). Abgerufen am 7. September 2012 von http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/asia-pacific/Sundaland/Pages/default.aspx
- Convention on Biological Diversity*. (1992). Abgerufen am 29. 08 2012 von <http://www.cbd.int/convention/text/>
- Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. (2005). Abgerufen am 04. 09 2012 von Millenium Ecosystem Assessment:
<http://www.maweb.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- ESD Sourcebook. (2012). *Education for Sustainable Development. Learning and Training Tools N°4*. UNESCO.
- FAO. (2010). Abgerufen am 2. Oktober 2012 von Global Forest Resources Assessment 2010. Main report: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf>
- Geschichte des HBV*. (2012). Abgerufen am 10. Oktober 2012 von Homepage Botanischer Garten der Universität Wien:
<http://www.botanik.univie.ac.at/hbv/index.php?nav=74>

Grundsatz erlass zur Umwelterziehung. (1994). Abgerufen am 27. November 2012 von

www.bmukk.gv.at:

http://www.bmukk.gv.at/medienpool/15069/rundschriften_1994_35.pdf

Human Development Report. Sustainability and Equity: A better future for all. (2011). New

York: United Nations Development Programme.

IUCN. (2012). Abgerufen am 10. September 2012 von

http://www.iucn.org/iyb/about/biodiversity_crisis/

Österreichisches Institut für Jugendforschung (Hrsg.) Umweltverhalten im Alltag

österreichischer Jugendlicher. (2004). Wien.

Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. Overview and key findings.* Abgerufen

am 23. November 2012 von folk.uio.no/sveinsj/ROSE-overview_Sjoberg_Schreiner_2010.pdf

UNESCO (Hrsg.). (2009). Bonner Erklärung. *Report of UNESCO World Conference on*

Education for Sustainable Development.

Weiterentwickelte österreichische Strategie zur Umsetzung des Übereinkommens über die

biologische Vielfalt. (2005). Abgerufen am 13. September 2012 von Biologische

Vielfalt: [http://www.biologischevielfalt.at/fileadmin/inhalte/chm/pdf-](http://www.biologischevielfalt.at/fileadmin/inhalte/chm/pdf-files/Weiterentwickelte_OEsterreichische_Strategie_Oktober_2005.pdf)

[files/Weiterentwickelte_OEsterreichische_Strategie_Oktober_2005.pdf](http://www.biologischevielfalt.at/fileadmin/inhalte/chm/pdf-files/Weiterentwickelte_OEsterreichische_Strategie_Oktober_2005.pdf)

Fachliteratur

Achard, F., Eva, H. D., Stibig, H.-J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., et al. (2002).

Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests.

Science(297), S. 999-1002.

Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning and the psychological processes

that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 545-561.

Anderson, R., Shirey, L., Wilson, P., & Fielding, L. (1987). Interestingness of children's reading

material. In R. Snow, & M. Farr (Hrsg.), *Aptitude, Learning and Instruction: Vol. III*

Cognitive and Affective process analyses (S. 287-299). Hillsdale: Lawrence Erlbaum

Associates.

Aschemann-Pilshofer, B. (2001). *Wie erstelle ich einen Fragebogen? Leitfaden für die Praxis.*

2. Aufl. Graz: Wissenschaftsladen Graz. Institut für Wissens- und

Forschungsvermittlung.

- Atteslander, P. (2006). *Methoden der empirischen Sozialforschung. 11. neubearbeitete Aufl.*. Berlin: Erich Schmidt-Verlag.
- Bailey, R. G. (2009). *Ecosystems Geography. From Ecoregions to Sites* (2. Ausg.). New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer.
- Bayrischer Forstverein (Hrsg.). (1998). *Sträucher in Wald und Flur*. Landsberg: ecomed.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Sozialwissenschaftler. 5. Aufl.*. Berlin: Springer-Verlag.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation. 4. überarb. Aufl.* Heidelberg: Springer-Verlag.
- Brosius, F. (1998). *SPSS 8.0*. Bonn: MITP-Verlag.
- Brunold, A. (2009). Lokale Agenda 21 und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In B. Overwien, & H.-F. Rathenow (Hrsg.), *Globalisierung fordert politische Bildung. Politisches Lernen im globalen Kontext* (S. 193-208). Opladen & Farmington Hills: Verlag Barbara Budrich.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, 3. Aufl.* München: Pearson Studium.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Markl, J. (2006). *Biologie*. München: Pearson.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Wright, J. P., Downing, A. L., Sankaran, M., & Jouseau, C. (26. October 2006). Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. *Nature*(443), S. 989-992.
- Cardinale, B. J., Harvey, C. T., Gross, K., & Ives, A. R. (2003). Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecology Letters*(6), S. 857-865.
- CBD Home*. (kein Datum). Abgerufen am 29. 08 2012 von <http://www.cbd.int/intro/>
- Corlett, R. T., & Primack, R. B. (2008). Tropical Rainforest Conservation. In W. P. Carson, & S. A. Schitzer (Hrsg.), *Tropical Forest Community Ecology*. Chisester: Wiley-Blackwell.
- Dalten, D., & Ortegren, M. (2011). Gender Differences in Ethics Research: The Importance of Controlling for the Social Desirability Response Bias. *Journal of Business Ethics*(103), S. 73-93.
- Dieckmann, A. (1999). *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. Hamburg: Rowohlt Taschenbuchverlag.

- Diekman, A., & Franzen, A. (1996). Einsicht in ökologische Zusammenhänge und Umweltverhalten. *Umweltproblem Mensch*. (A. Laufmann-Hayoz, & A. di Giulio, Hrsg.) Bern.
- Eggli, U. (1994). *Sukkulenten*. Stuttgart: Ulmer.
- Eißing, S., & Amend, T. (2007). Entwicklung braucht Vielfalt. Mensch, natürliche Ressourcen und internationale Zusammenarbeit. Anregungen aus den Ländern des Südens. In *Nachhaltigkeit hat viele Geisichter*. Heidelberg: Kasperek-Verlag.
- Eser, U. (2005). Eindringlinge, Einwanderer oder Exoten? Betrachtungen über das Verhältnis des Naturschutzes zu fremden Arten. In U. u. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.), *Aliens. Neobiota in Österreich* (Bd. Grüne Reihe des Lebensministeriums 15, S. 12-27). Wien, Köln, Weimar: Böhlau.
- Essl, F., & Rabitsch, W. (2005). Neobiota in Österreich. In U. u. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.), *Aliens. Neobiota in Österreich* (Bd. Grüne Reihe des Lebensministeriums 15, S. 28-48). Wien Köln Weimar: Böhlau.
- Faulstich-Wieland, H. (2004). *Mädchen und Naturwissenschaften in der Schule. Expertise für das Landesinsitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg*. Hamburg: Fachbereich Erziehungswissenschaft in der Fakultät für Bildungswissenschaften.
- Fischer, L., & Wiswede, G. (2009). *Grundlagen der Sozialpsychologie 3.Auflage*. München: Oldenbourg.
- Freese, E. (Juli 2006). *Wikipedia*. Abgerufen am 25. Februar 2013 von www.wikimedia.org: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stockwerke_wald.png
- Frey, W., & Lösch, R. (2004). *Lehrbuch der Geobotanik. Pflanze und Vegetation in Zeit und Raum*. München: Spektrum.
- Grabherr, G. (1997). *Farbatlas Ökosysteme der Erde*. Stuttgart: Ulmer.
- Groß, J. (2007). *Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernorte*. (Bd. Beiträge zur didaktischen Rekonstruktion Bd. 16). Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Hall, S. (2013). *How to Use the Likert Scale in Statistical Analysis*. Abgerufen am 20. Jänner 2013 von www.ehow.com: http://www.ehow.com/how_4855078_use-likert-scale-statistical-analysis.html
- Hecht, H. (1992). *Kakteen und andere Sukkulenten*. München: Mosaik-Verlag.
- Hershey, D. (2002). Plant Blindness: "We have met the enemy and he is us". *Plant Science Bulletin*, 48(3), 78-85.

- Hethke, M., & Fehrmann, I. (2012). "Tank oder Teller?" - ein Bildungsangebot für Schulklassen der 7.-10. Jahrgangsstufe. In U. Becker, M. Hethke, K. Roscher, & F. Wöhrmann (Hrsg.), *Flower Power. Energiepflanzen in Botanischen Gärten. Tagungsband der 15. Fortbildung der AG Pädagogik im Verband Botanischer Gärten e.V.* (S. 41-48). Kassel: Universität Mainz, Universität Kassel, Eigenverlag.
- Hethke, M., Menzel, S., & Overwien, B. (2010). Das Potential von botanischen Gärten als Lernorte zum Globalen Lernen. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 2, S. 16-20.
- Hethke, M., Menzel, S., & Overwien, B. (2010 Nr. 2). Das Potential von botanischen Gärten als Lernorte zum Globalen Lernen. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, S. 16-?
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60(4), 549-471.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The Four-Phase-Model of Interest Development. *Educational Psychologist*(42:2), 111-127.
- Kassas, M. (2002). Environmental education: Biodiversity. *The Environmentalist*, 22, S. 345-351.
- Kattmann, U., Duit, R., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 3(Heft 3), S. 3-18.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion -Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung . *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 3(Heft 3), S. 3-18.
- Kiehn, M., & Nouak, A. N. (2005). Neobiota und internationale Natur- und Artenschutzübereinkommen - ein Situationsbericht mit Überlegungen zum Umgang mit Neobiota. In U. u. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.), *Aliens. Neobiota in Österreich* (Bd. 15, S. 267-283). Wien: Böhlau Verlag.
- Kiehn, M., Sales-Reicherteder, J., & Pany, P. (2011). Opening the window on 'plant blindness'. *Roots*, 8(2), 23-26.
- Knickmann, B., Kiehn, M., & Schumacher, F. (2012). Conservation of *Dracocephalum austriacum* - experiences and challenges. In M. C. Cook, E. Maloupa, & P. Mylona

- (Hrsg.), *Sixth European Botanic Gardens Congress Eurogard VI. European Gardens in a changing world* (S. 91).
- Körner, C. (2003). *Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems. 2nd edition*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kremer, B. P. (2001). *Was blüht in den Alpen?* Stuttgart: Kosmos Naturführer.
- Kromer, I., & Oberhollenzer, N. (2004). *NÖ Jugendstudie 2004: vom Umweltinteresse zum nachhaltigen Lebensstil*. Österreichisches Institut für Jugendforschung . Wien: NÖ Landesregierung.
- Laubner, K., & Wagner, G. (2012). *Flora Helvetica. 5. Auflage*. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag.
- Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*. *Archives of Psychology*. 140. New York: Woodsworth.
- Loft, L. (2009). *Erhalt und Finanzierung biologischer Vielfalt - Synergien zwischen internationalem Biodiversitäts- und Klimaschutzrecht* (Bd. Schriftenreihe Natur und Recht). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mace, G. M., Norris, K., & Fitter, A. H. (January 2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in Ecology and Evolution*, 27(1), S. 19-26.
- Maestre, F. T., Quero, J. L., Gotelli, N. J., & Escudero, A. O. (2012). Plant Species Richness and Ecosystem Multifunctionality in Global Drylands. *Science*(335).
- Meinard, Y., & Grill, P. (2011). The economic valuation of biodiversity as an abstract good. *Ecological Economics*(70), S. 1707-1714.
- Mervis, J. (19. December 2003). Bye, Bye Biosphere 2. *Science*, S. 2053.
- Midgley, G. F. (2012). Biodiversity and Ecosystem Function. *Science*(335).
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85(3), S. 424-436.
- Muijs, D. (2008). *Doing Quantitative Research in Education with SPSS*. Los Angeles, London, New Dehli, Singapore: SAGE Publications.
- Myers, N., & Mittermeier, R. (24. February 2000). Biodiversity Hotspots for conservation priorities. *Nature*(403), S. 853-858.
- Nobel, P. S. (1988). *Environmental Biology of Agaves and Cacti*. New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge: Cambridge University Press.

- Nyberg, A. (2000). *Is the future yours? A report from the UNEP/UNESCO Research Project: Youth, Sustainable Consumption and Lifestyles*. Abgerufen am 27. November 2012 von www.unesco.org:
http://www.unesco.org/education/youth_consumption/pdf/future.pdf
- Parker, L. H., & Rennie, L. J. (2002). Teachers' implementation of gender-inclusive instructional strategies in single-sex and mixed-sex science classrooms. *Int. J. Sci. Educ.*(24), S. 881-897.
- Pauli, H. (2012). Vorlesung Großlebensräume. *Powerpointpräsentation*. Wien: Universität Wien.
- Pfannhauser, M. (2010). Die Pannonische Gruppe im Botanischen Garten. *Diplomarbeit*. Wien: Universität Wien.
- Pott, R. (2005). *Allgemeine Geobotanik. Biogeosysteme und Biodiversität*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Pott, R., & Hüppe, J. (2007). *Spezielle Geobotanik. Pflanze - Klima - Boden*. Heidelberg: Springer.
- Puppim de Oliveira, J. A. (2011). Cities and biodiversity: Perspectives and governance challenges for implementing the convention on biological diversity (CBD) at the city level. *Biological Conservation*(144), S. 1302-1313.
- Raab-Steiner, E., & Benesch, M. (2012). *Der Fragebogen. Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung. 3. Aufl.* Wien: Facultas.
- Reid, N., & Skryabina, E. A. (2003). Gender and Physics. *Int. J. of Sci. Educ*(25), S. 509-536.
- Renninger, K. A. (1889). Individual patterns in children's play interest. In L. Winegar (Hrsg.), *Social interaction and the development of children's understanding* (S. 147-172). Norwood: Ablex.
- Roloff, A., Weisgerber, H., Lang, U., & Stimm, B. (Hrsg.). (2010). *Bäume und Sträucher Mitteleuropas. Von Aspe bis Zirbel-Kiefer*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Sales-Reichartzeder, J. (2008). Die Nutzpflanzengruppe des Botanischen Gartens der Universität Wien. Didaktische Konzepte und Materialien. *Diplomarbeit*. Wien: Universität Wien.
- Schoemaker, L. (2010). *Die Vielfalts-Bande auf Expedition durch die Biodiversität*. Bielefeld: Welthaus Bielefeld.

- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2003). Optimists or pessimists? How do young people relate to environmental challenges? *präsentiert auf der ESERA conference (European Science Research Association)*. Noordwijkerhout, Niederlande.
- Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2004). Sowing the seeds of ROSE. *Acta Didactica*, 4. Oslo: Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo.
- Schultz, J. (2010). *Ökozonen*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. UTB Profile.
- Schumacher, F., Maier, R., Prehler, D., Tod, F., Kiehn, M., & Grünweis, F. M. (2012). Reintroduction of *Artemisia panicii* and *Dracocephalum austriacum*: interactions and caveats of ex- and in-situ measures. In *Sixth European Botanic Gardens Congress Eurogard VI. European Gardens in a changing world* (S. 117).
- Selby, D. (2003). Global Education as transformative education. In G. Lang-Wojtasik (Hrsg.), *Entwicklungspädagogik - globales Lernen - internationale Bildungsforschung*. Frankfurt am Main : IKO-Verlag für interkulturelle Kommunikation.
- Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. Overview and key findings*. Abgerufen am 23. November 2012 von folk.uio.no/sveinsj/ROSE-overview_Sjoberg_Schreiner_2010.pdf
- Stokstad, E. (8. July 2011). Cash Advance, New Approach Aim To Relaunch Biosphere 2. *Science*(333), S. 146.
- Umweltdachverband (Hrsg.). (2005). *klima:wandel. Ursachen, Folgen und mögliche Auswirkungen*. Wien: FORUM Umweltbildung.
- Upmeier zu Belzen, A., & Vogt, H. (2001). Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern - Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG. In *Ber. Inst. Didaktik Biologie* (Bd. 10, S. 17-31). Münster: I D B.
- Vitek, E., Mrkvicka, A. C., Horak, E., Drozdowski, I., Adler, W., & Wimmer, B. (2007). *Die Pflanzenwelt der österreichischen Alpen*. Wien: Verlag des naturhistorischen Museums Wien.
- Vogt, H. (2007). Theorie des Interesses und Nicht-Interesses. In D. Krüger, & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten* (S. 9-18). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Wagner, E. (1995). Wer eine Reise tut. In E. Wagner, & B. Ransch-Till (Hrsg.), *Das Fremde in der Nähe. Beiträge zur Reflexion der Begegnung mit dem ‚Anderen‘ in Kultur und Gesellschaft*. Hildesheim: Franzbecker.

- Walter, H. (1976). *Die ökologischen Systeme der Kontinente (Biogeosphäre)*. Stuttgart, New York: Fischer Verlag.
- Walter, H. (1979). *Allgemeine Geobotanik. Eine kurze Einführung*. Stuttgart: Ulmer.
- Walter, H. (1990). *Vegetation und Klimazonen*. Stuttgart: Ulmer.
- Wandersee, J., & Schussler, E. (2001). Toward a theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin*, 47(1), 2-9.
- Williamson, M. (1996). *Biological Invasions*. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall.
- Wilson, O. E. (2002). *Die Zukunft des Lebens*. (D. Gerstner, Übers.) Siedler.
- Woodward, F. I. (1987). *Climate and Plant Distribution*. Cambridge, London, New York: Cambridge University Press.
- Zuba, R., & Kromer, I. (2005). *Umweltwissen und Umwelthandeln von Kindern und Jugendlichen im Kontext der Nachhaltigkeit. Sekundäranalysen im Auftrag des FORUM Umweltbildung*. Wien: FORUM Umweltbildung.

6 Anhang

6.1 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war, ein Projekt für Schulklassen zu entwerfen, das im Botanischen Garten der Universität Wien im Rahmen der Grünen Schule durchgeführt werden soll. Mit dem Projekt sollen einerseits biologische, ökologische und geographische Inhalte vermittelt werden, andererseits sollen diese Inhalte dazu dienen, gesellschaftlich relevante Themen anzusprechen, allen voran Umweltschutz und Nachhaltigkeit. Grundthemen des Projekts sind biologische Vielfalt im globalen Maßstab, was biologische Vielfalt für den Menschen bedeutet und wie damit umgegangen wird.

Für die Festlegung der Inhalte wurden einerseits theoretische Grundlagen recherchiert, das heißt, es wurden AHS-Lehrpläne analysiert, Projekte in anderen Gärten untersucht und Literaturrecherche betrieben. Andererseits wurde eine Erhebung zu Schülerinteressen durchgeführt. Dafür wurden 156 Schüler_innen der Oberstufe mittels Fragebogen zu ihren Interessenschwerpunkten in diesem Themenfeld befragt. Das zentrale Ergebnis ist, dass die Schüler_innen Themen bevorzugen, die einen Bezug zu ihrer Lebensrealität aufweisen. Ein weiteres wichtiges Thema ist der Mensch und die Umwelt, insbesondere die Auswirkungen, die das menschliche Verhalten auf Natur hat. Die Ergebnisse beider Untersuchungen wurden gezielt in die Planung des Projekts miteinbezogen. Die Planung des Projekts besteht aus einem Leitfaden und den benötigten Materialien.

6.2 Abstract

The idea of this work was to design a project for the Green School of the Botanical Garden of the University of Vienna. The intention was to use the garden's botanical diversity to convey biological, ecological, geographical and sociopolitical issues, such as global biodiversity, environmental conservation and sustainability. For this purpose strategies of global learning and education for sustainable development were used.

To precisely define aims of the project literature research was done, relevant literature was summarised, current school curricula were analysed and a research via questionnaire was done to find out which topics interest pupils the most.

6.3 Lebenslauf

Valerie Schönbeck

vali_schoenbeck@hotmail.com

Geburtstag: 13. März 1988

Staatsbürgerschaft: Österreich

Ausbildung

seit Okt. 2007: Lehramtsstudium Germanistik und Biologie & Umweltkunde an der Universität Wien

von Jän.2010 bis Juni 2010: Erasmus-Aufenthalt in Leicester, UK

von Okt. 2006 bis Juni 2007: Lehramtsstudium: Germanistik und Anglistik an der Universität Wien

Juni 2006: Matura

1998 bis 2006: Europagymnasium Auhof in Linz

1994 bis 1998: Volksschule Puchenau, Oberösterreich

Kompetenzen/Interessen/Berufserfahrung

Fremdsprachen: Englisch, fließend in Wort und Schrift

Französisch, Maturalevel

Spanisch, Basiskenntnisse

Seit 2011: Führungen im Botanischen Garten der Universität Wien

6.4 Fragebogen Zielgruppe

Fragebogen zum Projekt „Reise um die Welt in zwei Stunden“

Mein Name ist Valerie Schönbeck. Im Rahmen meiner Diplomarbeit beschäftige ich mich mit dem Projekt der Grünen Schule „Reise um die Welt in zwei Stunden“. Dafür benötige ich einige Informationen und möchte Sie bitten, mir folgende Fragen zu beantworten:

1) Wer hat das Thema des Projekts ausgesucht?

- Lehrer/Lehrerin
- Schülerinnen und Schüler
- Andere Personen:
.....

2) Könnten Sie bitte kurz begründen, warum das Thema ausgesucht wurde?

.....

.....

.....

.....

Abbildung 31: Fragebogen Zielgruppe

6.5 Fragebogen zu Schüler_inneninteressen



universität
wien




Botanischer Garten
Universität Wien

Fragebogen – Pflanzliche Vielfalt im Botanischen Garten der Universität Wien

Im Botanischen Garten der Universität Wien versuchen wir laufend unser Angebot für Dich interessant und informativ zu gestalten. Deshalb möchten wir herausfinden, was Dich an verschiedenen Pflanzen interessiert.

Dieser Fragebogen ist in zwei Abschnitte geteilt: in Abschnitt 1 sollst Du Fragen durch Ankreuzen beantworten und in Abschnitt 2 wirst Du nach allgemeinen Informationen zu Deiner Person (Alter, ...) gefragt.

Alle Angaben werden anonym verarbeitet.

ABSCHNITT 1

Wie interessiert bist Du an folgenden Bereichen?

Kreuze bitte pro Zeile nur einmal an. Wenn für Dich etwas unklar ist, so lasse die Zeile bitte leer!

	interessiert mich nicht	interessiert mich eher nicht	interessiert mich eher schon	interessiert mich sehr
1. Wie man sich ökologisch nachhaltig verhält	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Was ich selbst dazu beitragen kann, um die Natur zu schützen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Unter welchen Bedingungen Nutzpflanzen (z.B. Ölpalmen) in Entwicklungsländern angebaut werden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Warum der Mensch eine Bedrohung für die Umwelt darstellt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Wie Pflanzen an extreme klimatische Bedingungen angepasst sind, wie z.B. Frost, Hitze oder Nässe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Welche Pflanzen in Mitteleuropa wachsen, die aus anderen Kontinenten stammen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Welche großen Lebensräume (Wüste, Regenwald,...) die Erde dominieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Warum Arten vom Aussterben bedroht sind	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Wie Menschen, Tiere und Pflanzen voneinander abhängen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Pflanzen aus anderen Teilen der Erde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	interessiert mich nicht	Interessiert mich eher nicht	interessiert mich eher schon	interessiert mich sehr
11. In welchen Ländern Gewürzpflanzen in freier Natur wachsen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Wie sich die weltweite Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen auf den Anbau von Nutzpflanzen auswirkt (Tropenholz, Bananen,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Welche Auswirkungen Pflanzen auf das Ökosystem haben, die aus anderen Teilen der Erde stammen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Wie sich die Klimaerwärmung auf Pflanzen auswirkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Warum in Österreich Pflanzen aus ursprünglich anderen Erdteilen wachsen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Warum sich Pflanzen auf verschiedenen Erdteilen ähnlich entwickelt haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. In welchen Ländern der Erde das Obst und Gemüse angebaut wird, das man im Supermarkt kaufen kann	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. In welchen Teilen der Erde Artenvielfalt besonders hoch ist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Welche Pflanzen aus anderen Kontinenten in unserem Alltag eine Rolle spielen (z.B. Mais, Kartoffeln,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Wie sich Temperatur, Wind und Regen auf Pflanzen auswirken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Was man unter Biodiversität versteht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Welchen Nutzen biologische Vielfalt für den Menschen hat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23. Aus welchen Ländern Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte noch einmal umblättern!

ABSCHNITT 2

Für die Statistik sind noch einige persönliche Daten notwendig:

- **Alter:**
- **Schulstufe:** 5. Klasse 6. Klasse 7. Klasse 8. Klasse
- **Geschlecht:** männlich weiblich

- **Schule:**
 - AHS
 - HAK/HAS
 - HBLA
 - HTL
 - anderer Schultyp.....

- **Besuchst du eine Schule mit Schwerpunkt?**

Wenn ja, bitte kreuze an, welcher Schwerpunkt das ist.

 - naturwissenschaftlicher Schwerpunkt
 - wirtschaftskundlicher Schwerpunkt
 - bildnerischer Schwerpunkt
 - Medien-Schwerpunkt
 - Sprachen-Schwerpunkt
 - musikalischer Schwerpunkt
 - anderer Schwerpunkt

- **Wie oft warst du schon im Botanischen Garten?**
 - öfter als 6x
 - öfter als 3x
 - 1x
 - noch nie

- **Was ich noch sagen möchte:**
 -
 -
 -
 -

Vielen Dank für deine Mithilfe!

6.6 Grafiken zur Erhebung

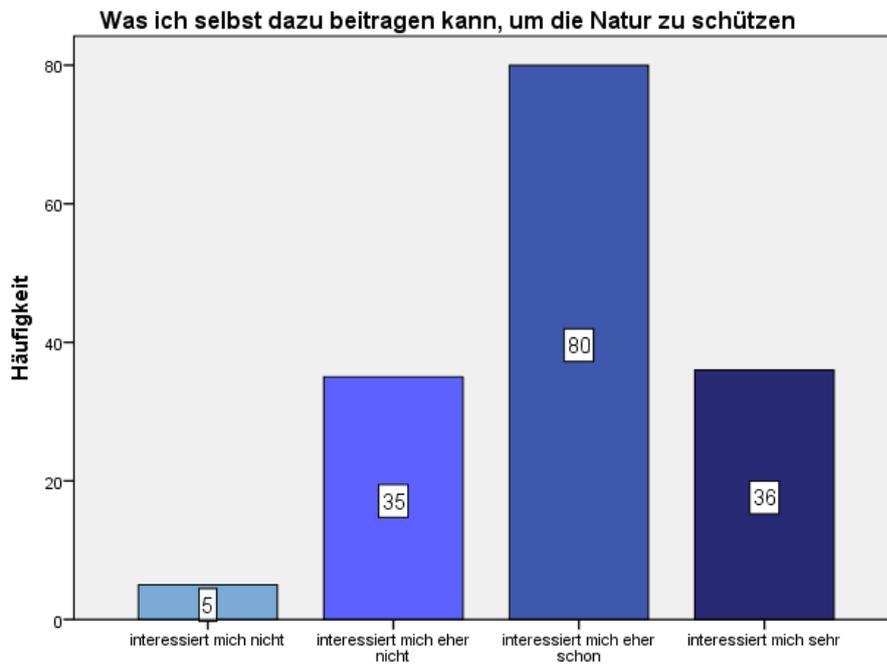


Abbildung 32: Verteilung der Antworten für das Item „Beitrag des Einzelnen“

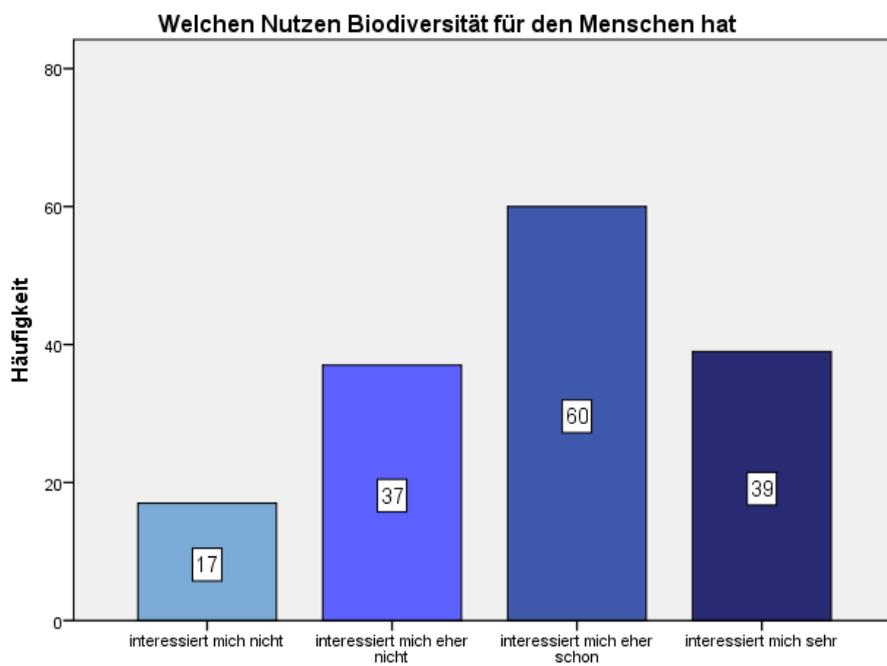


Abbildung 33 Verteilung der Antworten für das Item „Nutzen von Biodiversität“

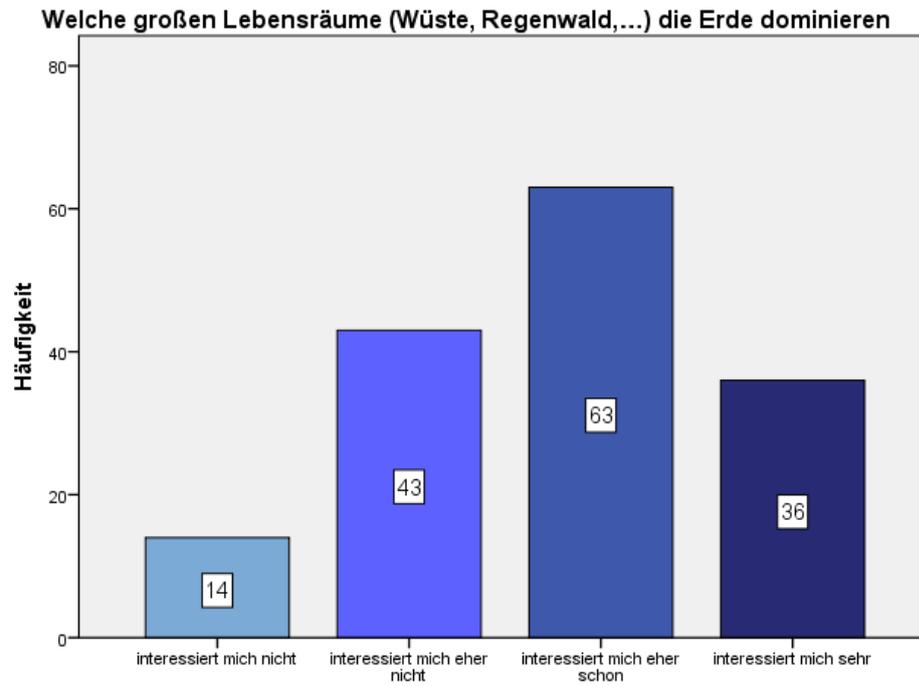


Abbildung 34: Verteilung der Antworten für das Item „Großlebensräume“

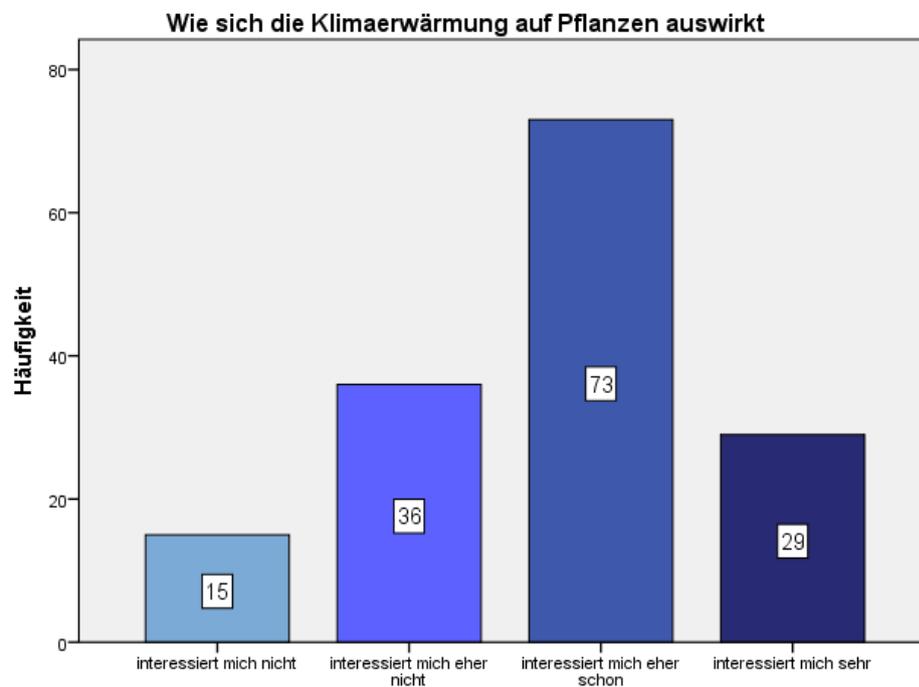


Abbildung 35: Verteilung der Antworten für das Item „Klimaerwärmung“

Aus welchen Ländern Pflanzen und pflanzliche Produkte stammen, die ich täglich verwende

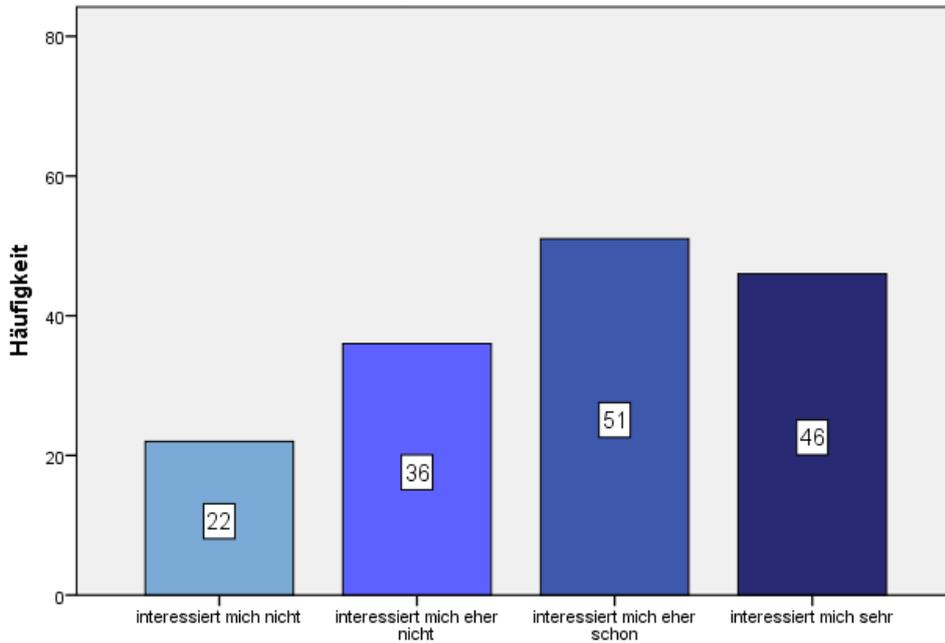


Abbildung 36: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzliche Produkte“

In welchen Ländern der Erde das Obst und Gemüse angebaut wird, das man im Supermarkt kaufen kann

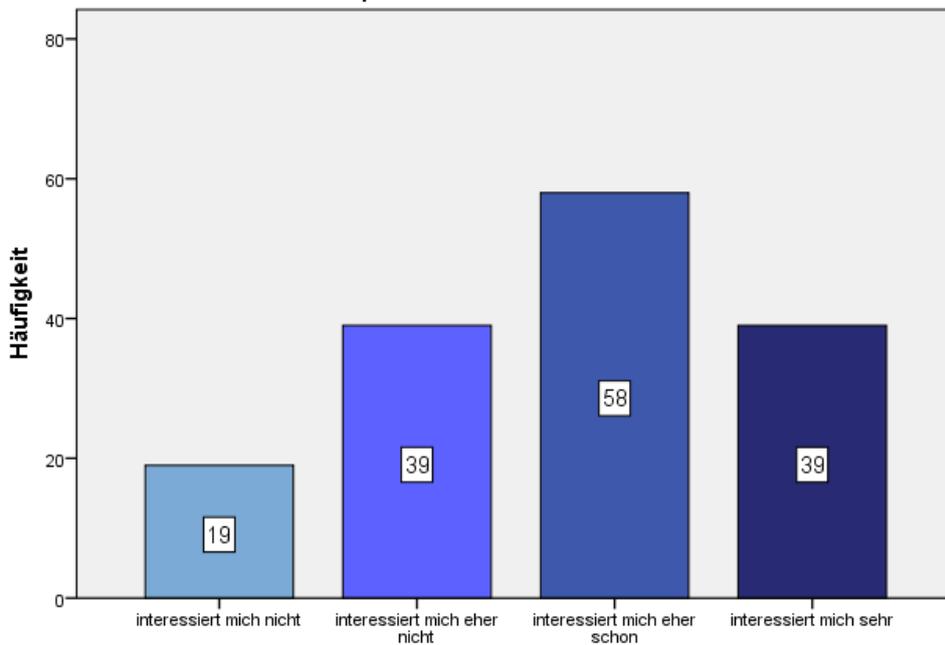


Abbildung 37: Verteilung der Antworten für das Item „Obst/Gemüse“

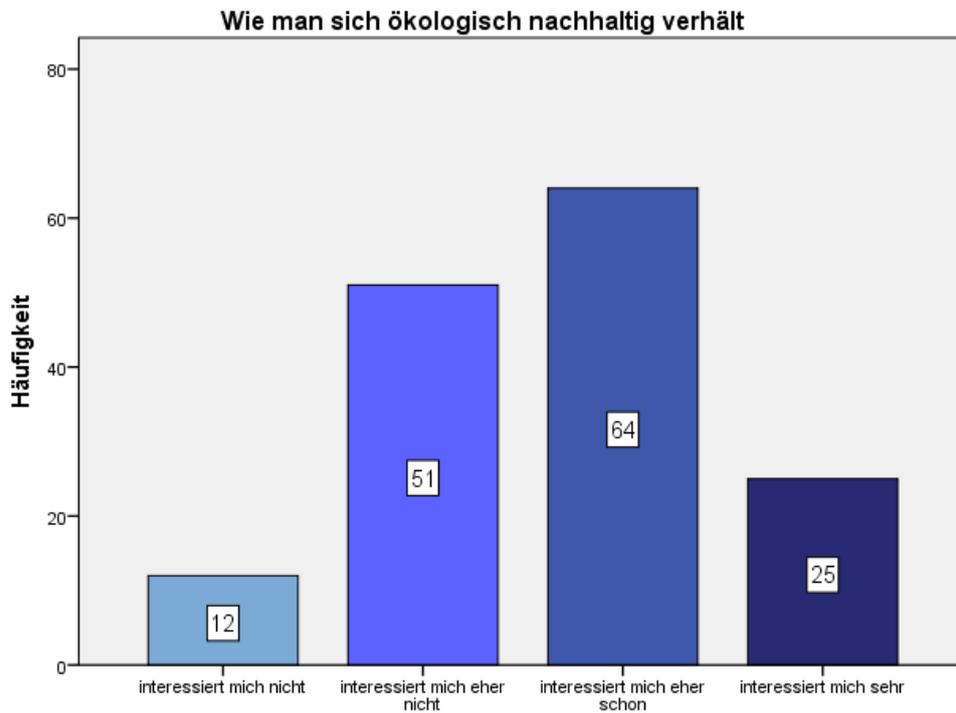


Abbildung 38: Verteilung der Antworten für das Item „ökologisches Verhalten“

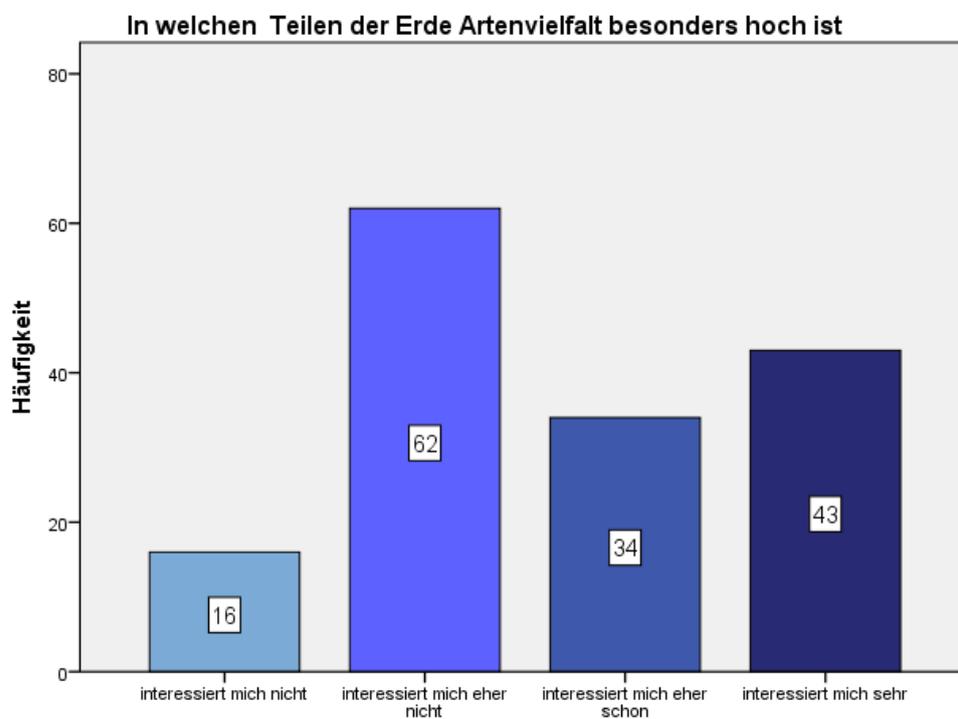


Abbildung 39: Verteilung der Antworten für das Item „Artenvielfalt“

Wie Pflanzen an extreme klimatische Bedingungen wie z.B. Frost, Hitze, Nässe angepasst sind.

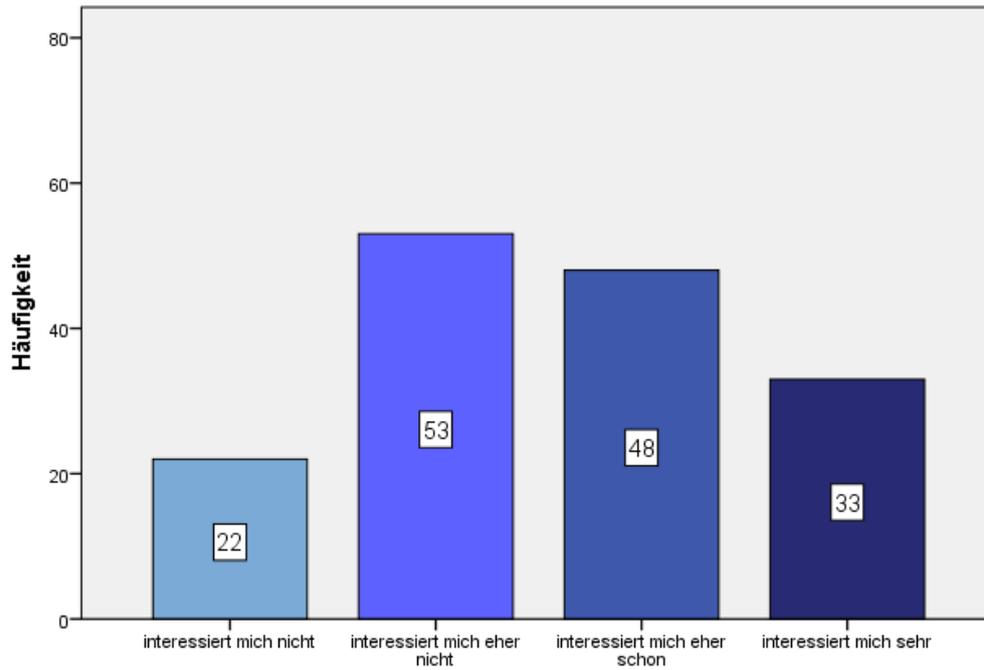


Abbildung 40: Verteilung der Antworten für das Item „klimatische Bedingungen“

Wie sich Temperatur, Wind und Niederschlag auf Pflanzen auswirken

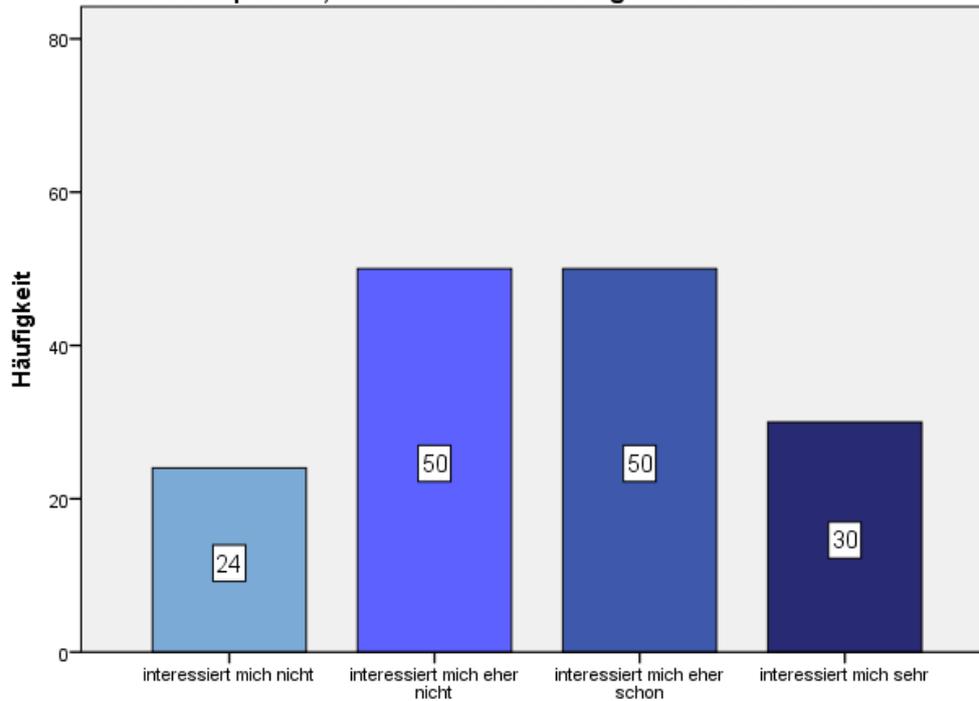


Abbildung 41: Verteilung der Antworten für das Item „Klima“

Warum in Österreich Pflanzen aus ursprünglich anderen Erdteilen wachsen

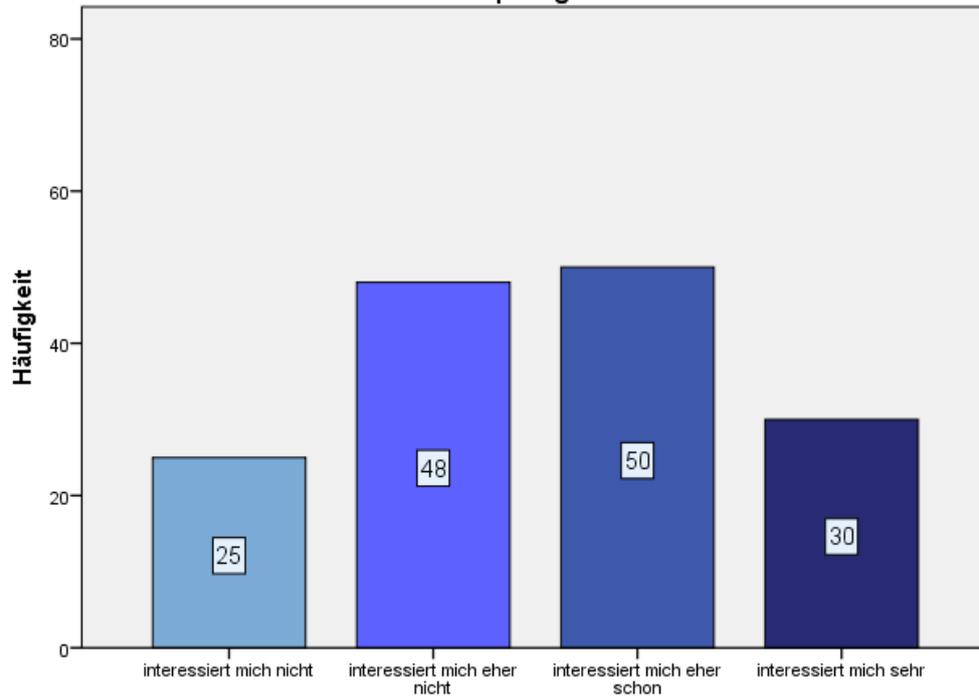


Abbildung 42: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Österreich“

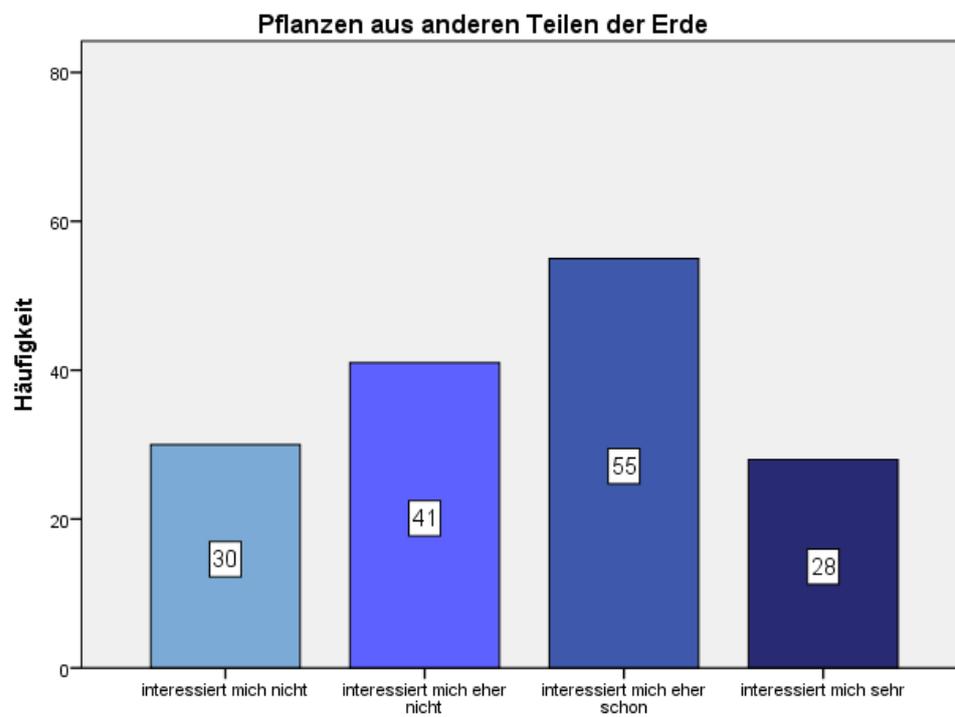


Abbildung 43: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzen weltweit“

**Welche Pflanzen aus anderen Kontinenten in unserem Alltag eine Rolle spielen
(z.B. Mais, Kartoffeln,...)**

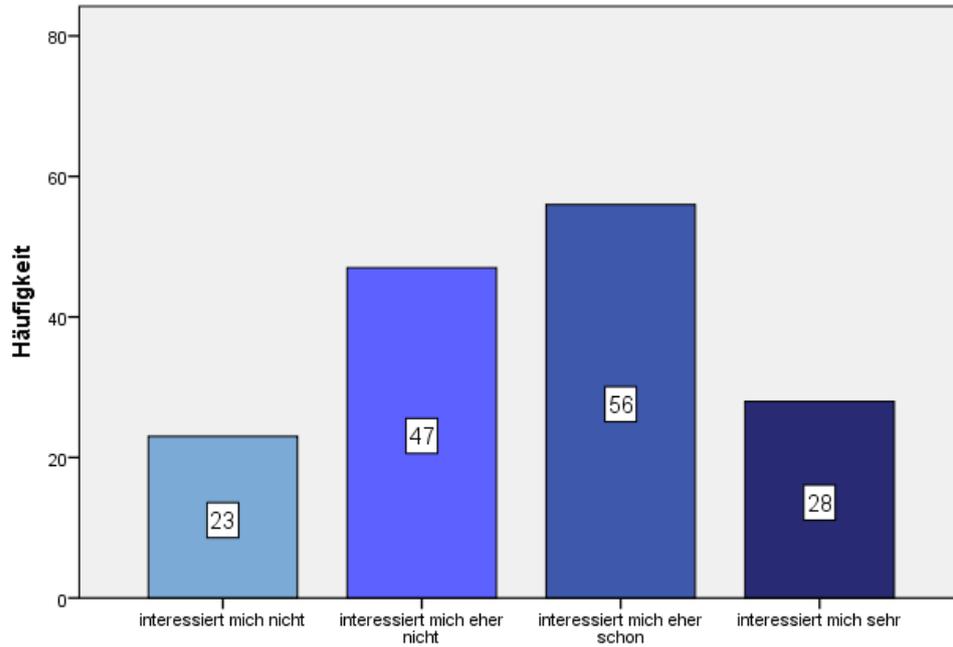


Abbildung 44: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzen im Alltag“

**Welche Auswirkungen Pflanzen auf das Ökosystem haben, die aus anderen
Teilen der Erde stammen**

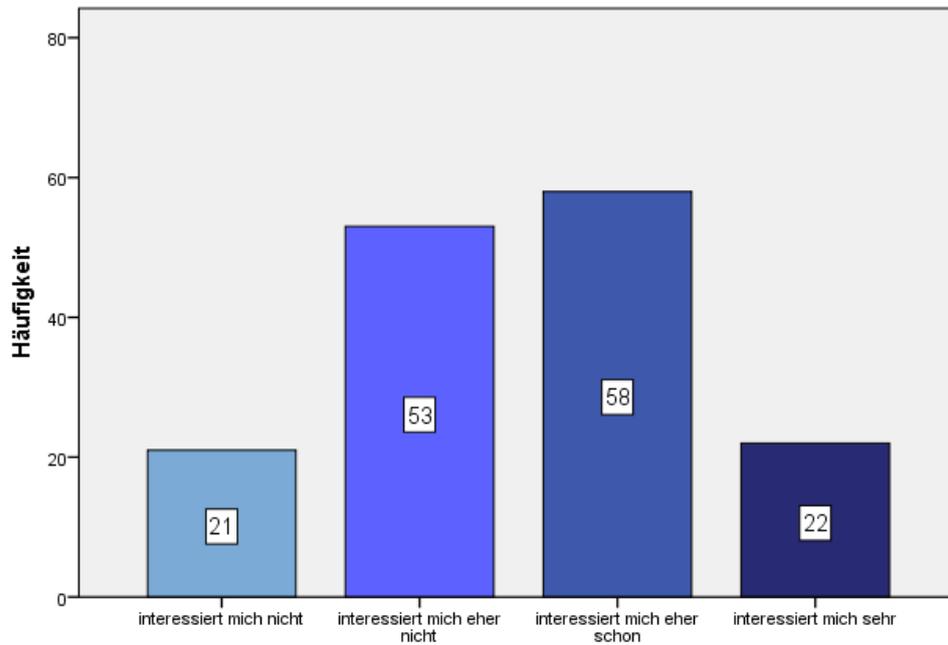


Abbildung 45: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Österreich“

Wie sich die weltweite Nachfrage nach pflanzlichen Rohstoffen auf den Anbau von Nutzpflanzen auswirkt (z.B. Bananen, Tropic Holz)

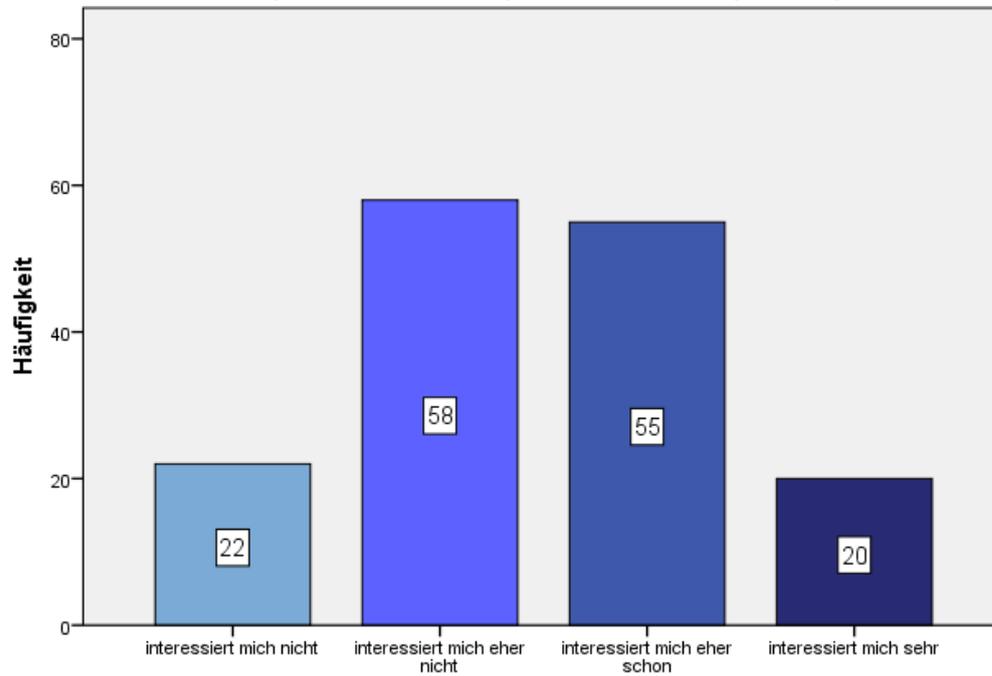


Abbildung 46: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzliche Rohstoffe“

Warum sich Pflanzen auf verschiedenen Erdteilen ähnlich entwickelt haben

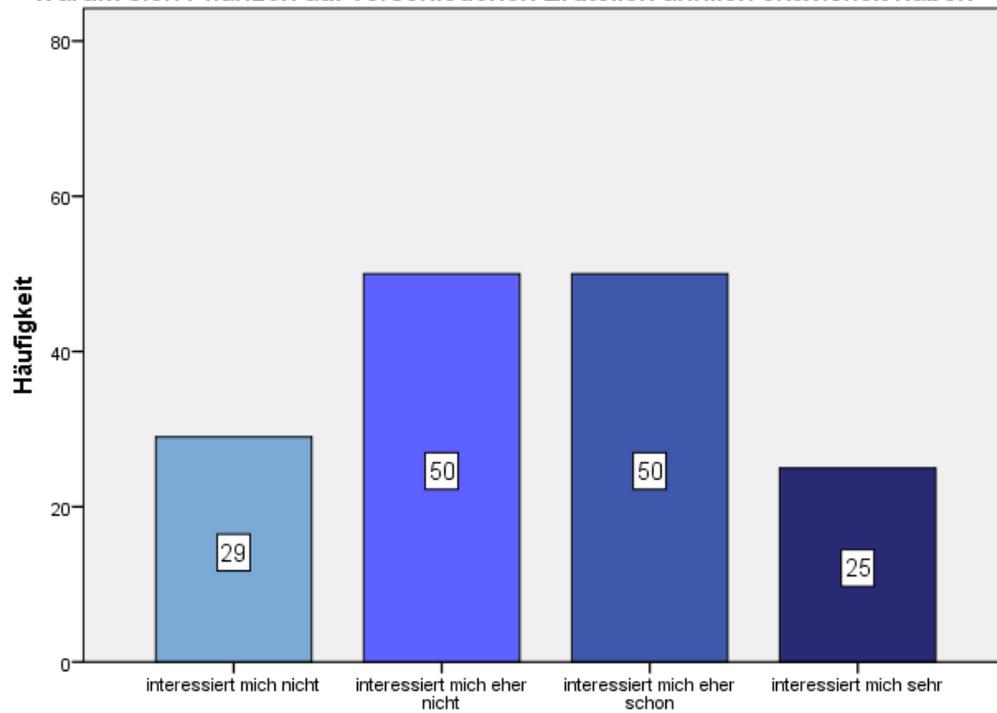


Abbildung 47: Verteilung der Antworten für das Item „Konvergenz“

Welche Pflanzen in Mitteleuropa wachsen, die aus anderen Kontinenten stammen

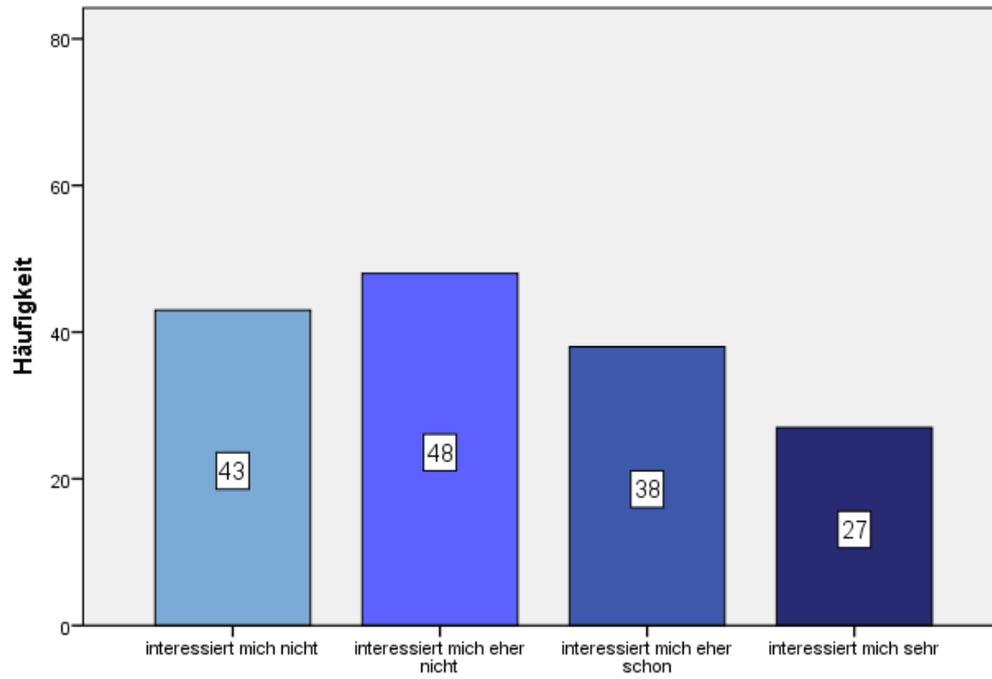


Abbildung 48: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Mitteleuropa“

In welchen Ländern Gewürzpflanzen in freier Natur wachsen

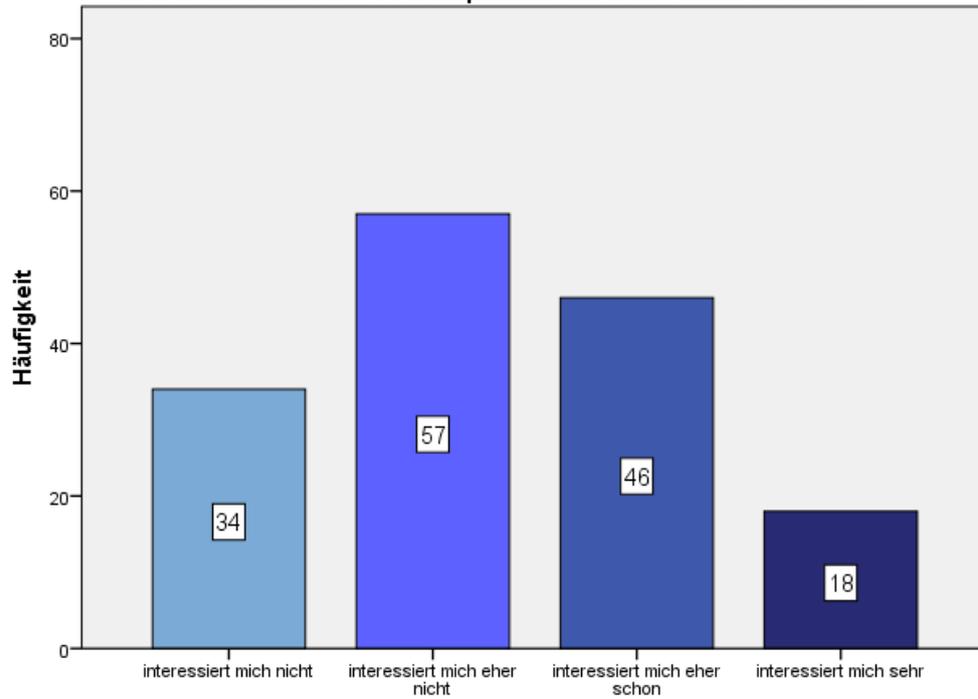


Abbildung 49: Verteilung der Antworten für das Item „Gewürzpflanzen“

Unter welchen Bedingungen Nutzpflanzen (z.B. Ölpalmen) in Entwicklungsländern angebaut werden

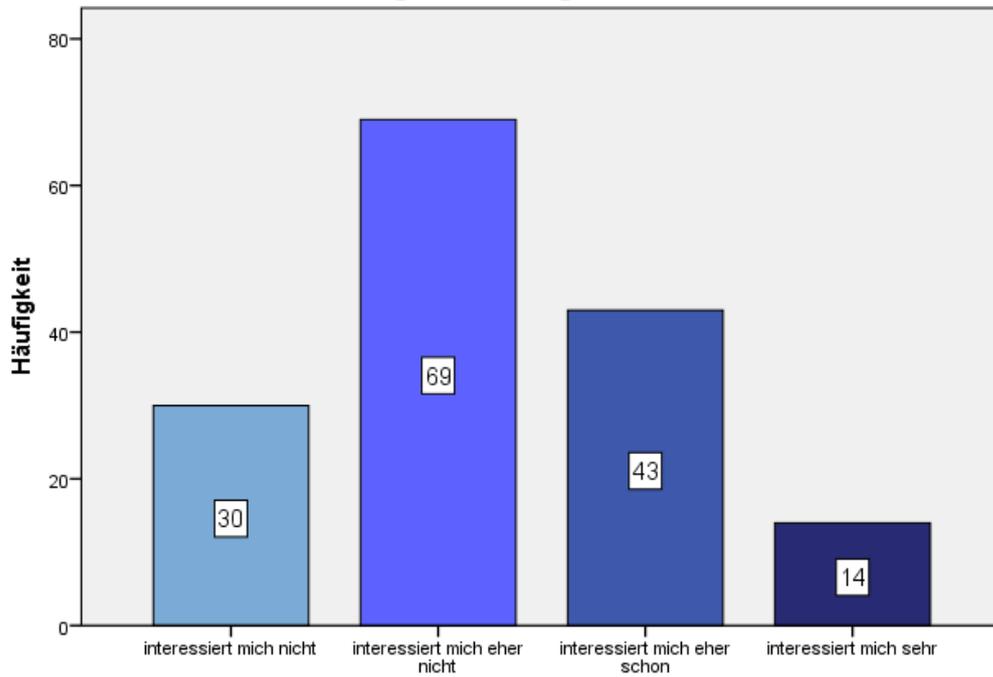


Abbildung 50. Verteilung der Antworten für das Item „Nutzpflanzen in Entwicklungsländern“

Was man unter Biodiversität versteht

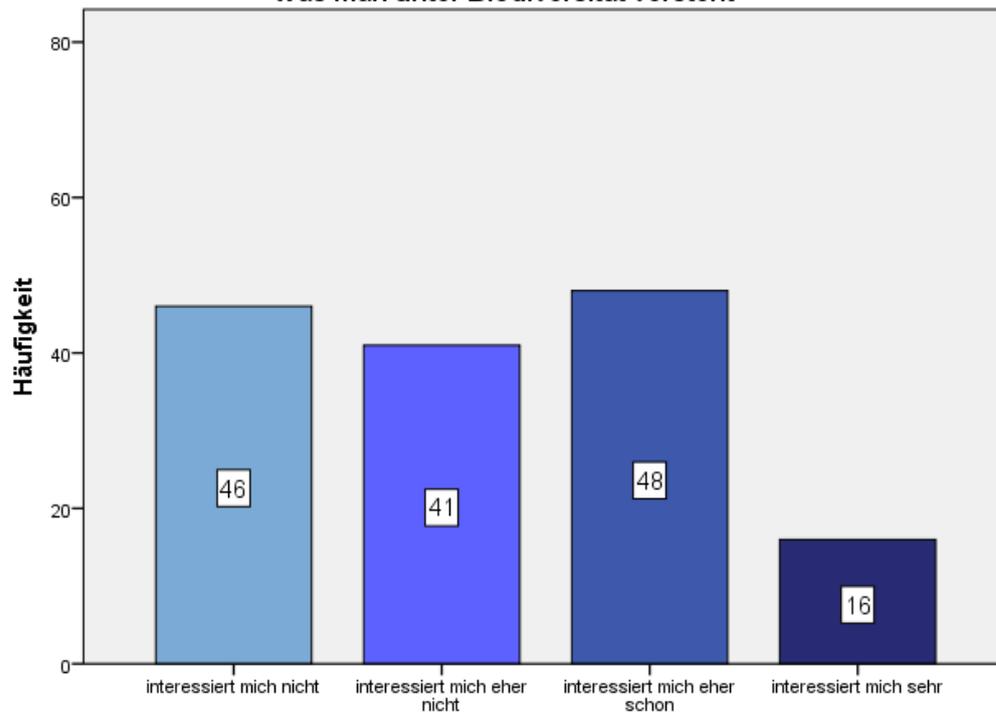


Abbildung 51: Verteilung der Antworten für das Item „Biodiversität“

6.7 Materialien

6.7.1 Impulstexte

„Der Schutz von biologischer Vielfalt hat nicht nur den Erhalt der natürlichen Ressourcen zum Ziel – insbesondere in der Entwicklungszusammenarbeit steht über allem die damit verbundene Sicherung der Lebensgrundlagen von Menschen. Gerade die armen Menschen in den ländlichen Regionen sind von Biodiversität abhängig. Eine Diversität von Haustierrassen oder angebauten Pflanzenarten in der lokalen Landwirtschaft ist für ihre Ernährung wichtig und sichert die Produktivität sowie die Anpassungsmöglichkeiten an Krankheiten oder veränderte Umweltbedingungen. Intakte Ökosysteme stellen Umweltdienstleistungen sicher, wie die Produktion von Trinkwasser, nährstoffreichen Böden, Sauerstoff oder die Bestäubung von Nutzpflanzen. (...)“ (Eißing & Amend, 2007, S. 11)

„Von mehreren tausend für die menschliche Ernährung möglichen Pflanzenarten werden hauptsächlich zwölf für das Überleben von fast sieben Milliarden Menschen weltweit angebaut. Doch es ist nicht nur die Vielfalt der PflanzenARTEN, sondern besonders die Vielfalt der PflanzenSORTEN (d. h. die Vielfalt innerhalb der Arten), die die Welternährung Tag für Tag sichert. Nur durch eine große Vielfalt wie beispielsweise 5000 verschiedene Kartoffelsorten, und mehr als 100 000 verschiedene Reissorten, ist es erst möglich, diese Pflanzen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen anbauen zu können. So kann Reis – die für die Welternährung wichtigste Nutzpflanze – z.B. aufgrund der Sortenvielfalt in den trockenen Regionen des afrikanischen Kontinents als auch in den tropischen Regionen der Philippinen angebaut werden.“ (Schoemaker, 2010, S. 4)

6.7.2 Infoblätter

Infoblatt Tropen

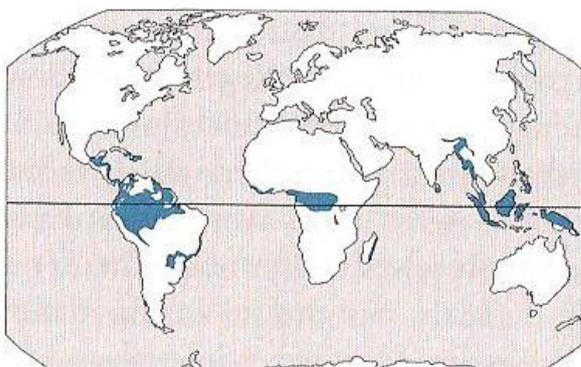
Klima

Typisch für den tropischen Regenwald ist, dass das Klima das ganze Jahr hindurch gleich ist, das heißt es gibt keine Jahreszeiten. Daher können Pflanzen auch ununterbrochen wachsen. Es gibt also keine Ruheperiode, wie zum Beispiel im Winter in Österreich.

In den Tropen herrscht Tageszeitenklima, das heißt die Temperatur schwankt innerhalb eines Tages stärker als innerhalb eines Jahres. Innerhalb eines Tages kann die Temperatur in einem Ausmaß zwischen 6°C und 12°C schwanken. Typisch ist eine jährliche Durchschnittstemperatur von ca. 25°C bis 27°C. Die monatliche Durchschnittstemperatur beträgt auch im kältesten Monat über 18°C, das heißt dass das Gebiet frostfrei bleibt.

In den Tropen herrscht extrem hohe Luftfeuchtigkeit. Sie beträgt nie weniger als 75 % und kann im Kernbereich der Wälder fast 100% erreichen. Der Grund dafür ist die enorm hohe Niederschlagsmenge, die in einem Jahr zwischen 2000 und 5000 mm beträgt. Der Regen fällt meist kurz nach dem Sonnenhöchststand, es gibt aber keine expliziten Trocken- oder Regenzeiten. Trockene Perioden sind unregelmäßig und können von ein paar Tagen bis zu wenigen Wochen dauern.

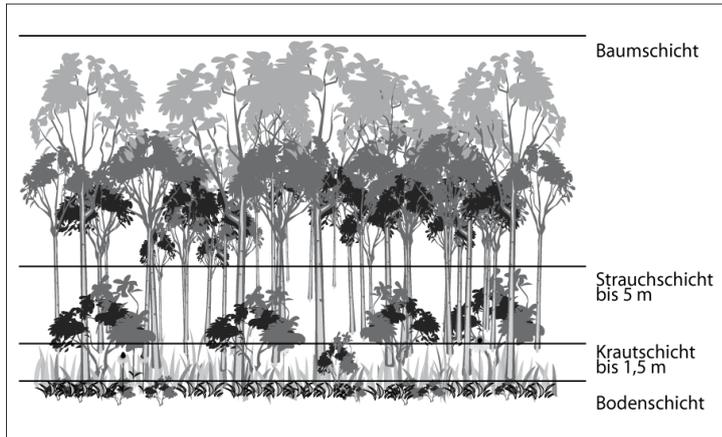
Obwohl man Gegenteiliges vermuten könnte, ist der Boden in tropischen Regenwäldern relativ nährstoffarm. Die Nährstoffe, die die Pflanzen zum Leben brauchen, nehmen sie aus der relativ dünnen Humusschicht, die sich aber durch die üppige Vegetation und den raschen Kreislauf von organischem Material ständig erneuert.



Verteilung der tropischen Regenwaldgebiete, Quelle: Schultz (2010, S. 104)

Vegetation

Die vorherrschende Vegetation in den tropischen Gebieten ist der tropische Regenwald. Eine Besonderheit ist die Gliederung des Waldes in Schichten (Stockwerkbau). Die erste Schicht ist die Baumschicht. Sie wird überragt von einzelnen, bis zu 60 m hohen Bäumen. Darunter befindet sich eine Schicht aus ca. 20 m hohen Bäumen, die ein geschlossenes Blätterdach bildet.



Stockwerkbau im tropischen Regenwald (Freese, 2006)

Die nächste Schicht ist die Strauchschicht. Unter dieser befindet sich die Krautschicht, die aus krautigen Pflanzen besteht.

Der tropische Regenwald ist eines der artenreichsten und lebensformreichsten Gebiete der Erde. Viele Pflanzen, die eine wichtige Rolle in unserem Alltag spielen, stammen

aus diesen Gebieten, wie zum Beispiel Reis, Zuckerrohr, Kaffee, Banane, Kakao, Baumwolle, Ölpalmen, Tropenholz usw. Für den Anbau dieser Pflanzen werden große Flächen des Regenwaldes für Plantagen gerodet. Das ist ein großes Problem, weil der Regenwald stark reduziert wird. Darüber hinaus wird durch diese Rodungen eine enorme Menge an Kohlendioxid frei, da in den tropischen Wäldern ein sehr großer Anteil des weltweiten Kohlenstoffes gebunden ist. Das könnte mitunter ein Grund für die momentane Klimaveränderung sein.

To-Do-Liste für Pflanzen im tropischen Regenwald:

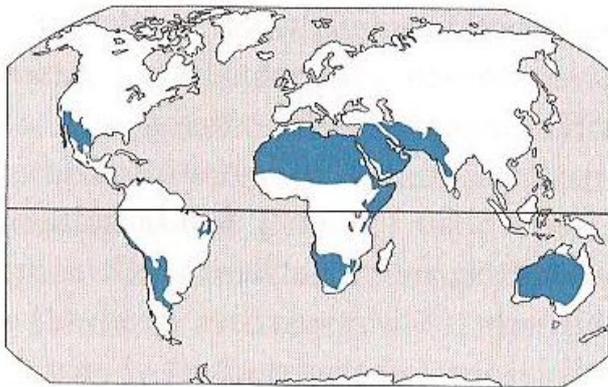
- ✓ Nährstoffmangel aushalten, weil die dünne Humusschicht nährstoffarm ist
- ✓ Lichtmangel aushalten wegen des dichten Blätterdachs
- ✓ in oberen Bereichen des Waldes sehr starke Lichteinstrahlung aushalten
- ✓ Pflanzen, die nicht in Bodennähe wachsen, müssen Wassermangel umgehen können
- ✓ Sehr hohe Niederschlagsrate aushalten

Infoblatt Wüsten

Klima

Als Wüsten bezeichnet man Gebiete, in denen wenig bis keine Pflanzen vorkommen. Gründe dafür können Trockenheit, Kälte oder ein hoher Salzgehalt des Bodens sein. Wüstengebiete gibt es überall auf der Welt, die bekanntesten sind aber die subtropischen Wüsten nördlich und südlich der Tropen. Das sind Trockenwüsten, wo jährlich weniger als 250 mm Niederschlag fallen. Der Grund für den geringen Niederschlag ist, dass sich in diesen Breitengraden die Luft durch Winde absenkt und sich dabei erwärmt. Dadurch sinkt die Luftfeuchtigkeit und es können sich kaum Wolken bilden. Durch die starke Sonneneinstrahlung verdunstet der wenige Niederschlag auch schnell wieder. Eine weitere Besonderheit des Wüstenklimas ist, dass es extreme Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht gibt, die bis zu 50°C betragen können.

Trockengebiete mit wüstenähnlichen Bedingungen gibt es sogar in Österreich. Dazu zählen zum Beispiel die Trockenrasen im Burgenland rund um den Neusiedlersee und im Weinviertel. Hier kann die Erdoberflächentemperatur im Sommer bis zu 60° C an der betragen.



Verteilung der subtropischen Wüstengebiete, Quelle: Schultz (2010, S. 84)

Vegetation

Die Vegetation in Wüstengebieten ist durch Anpassungen an Trockenheit geprägt. Dazu gehört zum Beispiel das Ausbilden von unterirdischen Organen, mit denen sie Nährstoffe speichern können, wie zum Beispiel Blumenzwiebeln.

Viele Wüstenpflanzen verfügen über CAM³²-Stoffwechsel. Hierbei verschließen die Pflanzen tagsüber die Öffnungen, durch die der Gasaustausch erfolgt. Sie schützen sich dadurch vor Verdunstung. In der Nacht werden diese geöffnet und CO₂ wird aufgenommen. Dieses wird fixiert und ist tagsüber für Stoffwechselprozesse verfügbar.

Eine weitere Anpassung stellt die Verringerung der Blattoberfläche dar. Durch eine geringere Oberfläche kommt es zu weniger Verdunstung. Dies ist zum Beispiel bei vielen Gräsern der Fall. Viele Pflanzen bilden auch Härchen an der Blattoberfläche aus. Durch die Behaarung entsteht ein Mikroklima, in dem die Feuchtigkeit gehalten wird.

Eine andere wichtige Anpassungsstrategie für Trockenheit ist Sukkulenz. Das ist die Verdickung verschiedener Organe wie Blättern oder des Stammes zur Wasserspeicherung. Diese Strategie findet man zum Beispiel bei den Kakteen in Südamerika und den Wolfsmilchgewächsen in Afrika.

To-Do-Liste für Pflanzen in Wüsten

- ✓ Trockenheit und Wassermangel aushalten
- ✓ Dürreperioden überdauern
- ✓ Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht aushalten
- ✓ In Salzwüsten mit hohem Salzgehalt in Böden umgehen

³² Crassulaceae Acid Metabolism

Infoblatt Alpen

Klima

Die Alpen sind ein besondere Standort innerhalb von Mitteleuropa. Sie sind geprägt vom typischen Klima Mitteleuropas, das heißt kalten Wintern, heißen Sommern und starken Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres. Im Vergleich zum Klima in der Ebene gibt es aber gewisse Unterschiede:

- Abnahme von atmosphärischen Druck sowie den Partialdrücken von O₂ und CO₂ im selben Verhältnis
- Abnahme von Temperatur (je 0,5°C pro 100 Höhenmeter)
- Abnahme von Luftfeuchtigkeit
- Zunahme der Sonneneinstrahlung
- Zunahme der UV-Strahlung
- Zusätzlich herrscht in manchen alpinen Stufen sehr starker Wind
- Starke Temperatursprünge innerhalb eines Tages
- Lange Ruhephase für Pflanzen im Winter (an der Schneegrenze dauert Sommer nur 50 - 70 Tage)

Vegetation

Typisch für die Alpen ist, dass hier in den höheren Lagen keine Bäume mehr vorkommen. Da Nadelbäume durch ihre winterharten Nadelblätter an kältere Standorte angepasst sind als Laubbäume, sind die Bäume, die die Waldgrenze bilden, hauptsächlich Nadelbäume. Ab der Waldgrenze bei ca. 2000 m gibt es nur mehr niederwüchsige Sträucher. Typisch ist hier zum Beispiel die Latsche, die in den Alpen nur als Strauch vorkommt und nicht als Baum. Weitere typische Wuchsformen der alpinen Stufe sind Polsterpflanzen, kleinwüchsige Büsche, bodendeckende Pflanzen und Pflanzen, die bodennahe Rosetten bilden. Diese Wuchsformen stellen Anpassungen an Trockenheit und die besonderen Lebensbedingungen in den Alpen dar:

Typische Blattformen sind eher kleine Blätter oder Nadelblätter, an denen weniger Verdunstung stattfinden kann als an großflächigen Blättern. Das Bilden von Rosetten bzw. Polstern in Bodennähe stellt eine weitere Anpassung gegen Verdunstung dar, genauso wie das Ausbil-

den von Härchen an der Blattoberfläche. Durch die Behaarung entsteht ein Mikroklima, in dem die Feuchtigkeit gehalten wird. Der für die Alpen typische Niederwuchs ist eine Anpassung gegen die mechanische Kraft des Windes.

To-Do-Liste für Pflanzen der Alpen

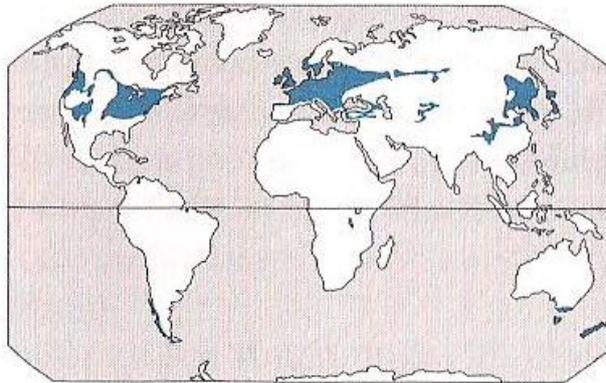
Folgenden Bedingungen gelten für Pflanzen der alpinen Stufe

- ✓ Gefahr der Austrocknung durch Wind und hohe Lichteinstrahlung
- ✓ Mechanische Belastung durch Wind
- ✓ Belastung durch hohe UV-Einstrahlung
- ✓ Kurze Vegetationsperiode
- ✓ Wenig Nährstoffe wegen sehr dünner Erdschicht auf den Felsen

Infoblatt Lebensraum Mitteleuropa

Klima

In Mitteleuropa herrscht ein ausgeprägtes Jahreszeitenklima, das heißt es gibt vier Jahreszeiten. Im Winter müssen Pflanzen aufgrund des Klimas ihr Wachstum unterbrechen und nur frostresistente Pflanzen können hier überleben. Die Winter dauern drei bis vier Monate mit einem Monatsmittel bei 0°C und Kälteperioden bis zu -25°C. Die Sommer sind mild mit mittleren Temperaturen von 15°C im Juli. Im Jahr fallen durchschnittlich 500 bis 1200 mm Niederschlag.



Verteilung mitteleuropäischer Laubwälder, Quelle: Schultz (2010, S. 52)

Vegetation

In dieser Zone gibt es vor allem Laubwälder. Für die Entstehung von Laubwäldern ist eine Vegetationszeit von mindestens 120 Tagen notwendig, was in dieser Zone gegeben ist. Die Vegetationszeit ist die Zeit, in der es warm genug ist, damit Pflanzen wachsen können. In Zonen mit kürzerer Vegetationszeit beginnen Nadelhölzer zu dominieren, wie zum Beispiel in höheren Gebirgslagen oder in der weiter nördlich liegenden borealen Zone.

Laubbäume sind deshalb so gut an dieses Klima angepasst, weil sie den Winter überdauern können, indem die Blätter abgeworfen werden. Das Fehlen von Laub ist aus zwei Gründen von Vorteil: einerseits kann bei winterlichen Lichtverhältnissen ohnehin keine effektive Photosynthese mehr betrieben werden, Blätter sind also überflüssig. Andererseits ist der Laubwurf auch ein Schutz vor Austrocknung. Im Winter kann die Wasserversorgung aus dem Boden nicht mehr gewährleistet werden, da der Boden gefroren ist. Pflanzen mit transpirierendem Laub würden hier vertrocknen.

Eine weitere Anpassung an dieses Klima haben Pflanzen entwickelt, die unter der Erdoberfläche überwintern. Diese Strategie wenden viele Frühblüher an, wie zum Beispiel Schneeglöckchen oder Krokusse. Sie verfügen über Speicherorgane, wie zum Beispiel Zwiebeln, die ihnen im Frühjahr genug Energie liefern, um als erste Pflanzen zu wachsen. Sie nützen dabei aus, dass die Laubbäume noch keine Blätter tragen und mehr Licht bis an den Waldboden kommt.

To-Do-Liste für Pflanzen des mitteleuropäischen Lebensraums

- ✓ an Jahreszeitenklima angepasst sein
- ✓ große, über das Jahr verteilte Temperaturschwankungen aushalten
- ✓ Unterbrechung der Wachstumsperiode durch Winter aushalten
- ✓ Überdauerungsorgane für den Winter bilden
- ✓ Fröste aushalten

6.7.3 Steckbriefe

Steckbrief Orchideen

Pflanzenfamilie mit über 20 000 Arten weltweit ; Der Großteil der Arten lebt epiphytisch, das heißt, die Orchideen wachsen auf anderen Pflanzen, z. B. Bäumen. Es gibt aber auch Arten, die am Boden leben. Solche Arten findet man z. B. in Österreich.

Aussehen

- Auffällige Blüten, daher beliebt als Zierpflanze
- Luftwurzeln: im trockenen Zustand weiß gefärbt; Können durch ihren besonderen Aufbau sehr schnell viel Wasser aufnehmen.
- Wasserspeicherung in verdickten Blättern, manchmal in Bulben (verdickte Stellen an Stängeln)

Vorkommen

- weltweit; Hauptverbreitungsgebiet sind die tropischen Regenwälder

Besonderheiten

- epiphytische Pflanze (= Aufsitzerpflanze)
- wachsen auf Bäumen, daher der Name „Aufsitzerpflanze“; Durch das Aufsitzen auf Bäumen gelangt die Pflanze näher zum Licht und kann so besser Fotosynthese betreiben.
- Nährstoffmangel: weil Orchideen keine Verbindung zur nährstoffreichen Erde haben, müssen sie Nährstoffe anderweitig beziehen. Orchideen bilden daher ein sehr dichtes Wurzelwerk, in denen Humus angesammelt wird.
- Wassermangel: Orchideen leiden unter permanentem Wassermangel, weil das Regenwasser einfach abrinnt. Sie können aber sehr schnell Wasser mit ihren speziellen Luftwurzeln aufnehmen.

Steckbrief Bromelien

Familie der Bromeliengewächse oder Ananasgewächse mit ca. 3000 Arten weltweit

Aussehen

- Bei vielen Bromelienarten gibt es keinen Stamm und die Blätter sind in Rosetten angeordnet. So bilden sie eine Art Trichter;
- es gibt auch Bromelien mit anderem Aussehen, die z.B. einen Stamm aufweisen

Vorkommen

- kommen nur in Nord- und Südamerika vor

Besonderheiten

- berühmte Vertreterin: Ananas
- viele Bromelien sind epiphytische Pflanzen (= Aufsitzerpflanzen); das heißt, sie wachsen auf Bäumen, daher der Name „Aufsitzerpflanze“; Dadurch gelangen die Pflanzen näher zum Licht und kann so besser Photosynthese betreiben.
- Mit dem Blatt-Trichter wird Wasser und organisches Material aufgefangen, dient als Wasser- und Nährstofflieferant.
- Saughaare an Blättern: mit diesen werden Wasser und Nährstoffe aufgenommen

Steckbrief Kaffee

Pflanzengattung der Familie der Kaffeegewächse

Aussehen

- In der freien Natur ist die Kaffeepflanze ein Baum, der zwischen 3 bis 8 m hoch wird. In Plantagen kommt die Pflanze nur in Strauchform vor.
- immergrüne, ledrige Blätter mit Wachsschicht, die vor Austrocknung schützt
- die Blütenstände bestehen aus 4–16 weißen Einzelblüten
- Frucht: dunkelrote Steinfrucht, beinhaltet zwei Samen („Kaffeebohne“); Samen werden getrocknet, geröstet und gemahlen zu Kaffeepulver.

Vorkommen

- ursprünglich aus Afrika, wird aber heute in allen tropischen Gebieten als Nutzpflanze angebaut

Besonderheiten

- Enthält Coffein, ein Alkaloid, das aufputschend wirkt.
- Die Blätter der Kaffeepflanze haben eine für die Tropen typische Form. Sie sind länglich und spitz zulaufend und bilden eine so genannte Träufelspitze. Dadurch kann das Wasser schnell abrinnen, das durch ständigen Regen auf die Pflanze trifft. Das ist wichtig, damit sich auf den Blättern kein Bewuchs oder Pilzbefall bilden kann.

Steckbrief Agaven

Pflanzengattung mit 400 - 500 Arten weltweit

Aussehen

- Blätter in Rosetten an Boden angeordnet
- Blätter sind bedornt, sehr fest und verdickt (sukkulent), dienen der Wasserspeicherung
- Blütenstand im Zentrum, meist lang gestielt und groß im Vergleich zur restlichen Pflanze

Vorkommen

- in mediterranen bis wüstenähnlichen Gebieten, vor allem auf den amerikanischen Kontinenten

Besonderheiten

- Agaven betreiben CAM (Crassulacea Acid Metabolism). Beim CAM-Stoffwechsel sind die Spaltöffnungen tagsüber geschlossen. Es kommt zu keinem Gasaustausch und die Pflanze ist vor Verdunstung geschützt. Nachts werden die Spaltöffnungen geöffnet und die Pflanze kann Kohlendioxid aufnehmen. Dieses wird gespeichert und tagsüber umgebaut in Traubenzucker.
- Sisal-Agave: wird für Fasergewinnung genutzt; Die Fasern werden zu Seilen oder Garnen verarbeitet.
- Besondere Arten werden für verschiedene alkoholische Getränke verwendet, wie zum Beispiel Tequila

Steckbrief Wolfsmilchgewächse

Pflanzenfamilie mit bis zu 8000 Arten

Aussehen

- Sehr unterschiedliche Formen; können sehr klein und krautig sein, aber auch bis zu Baumgröße erreichen
- Blätter: oft verdickt, fleischig (sukkulent), dienen der Wasserspeicherung

Vorkommen

- weltweit, es gibt auch einige Arten in Österreich

Besonderheiten

- Enthalten Milchsafte, der zum Teil giftig ist; Aus dem Milchsafte wird Naturgummi gemacht.
- Viele Wolfsmilchgewächse betreiben CAM (Crassulacea Acid Metabolism). Beim CAM-Stoffwechsel sind die Spaltöffnungen tagsüber geschlossen. Es kommt zu keinem Gasaustausch und die Pflanze ist vor Verdunstung geschützt. Nachts werden die Spaltöffnungen geöffnet und die Pflanze kann Kohlendioxid aufnehmen. Dieses wird gespeichert und tagsüber umgebaut in Traubenzucker.
- Wichtige Vertreter:
 - Weihnachtsstern

Steckbrief Kakteen

Pflanzenfamilie mit bis zu 2200 Arten

Aussehen

- Blätter: oft reduziert zu Dornen
- Stamm: fleischig-verdickt (sukkulent), grün, dient der Fotosynthese und der Wasserspeicherung
- Blüten zum Teil sehr spektakulär, blühen oft nur einen Tag lang
- Viele Kakteen bilden runde Formen, die im Vergleich zu ihrem Volumen wenig Oberfläche haben. Je weniger Oberfläche, desto weniger Verdunstung kann stattfinden.

Vorkommen

- Hauptsächlich in Nord- und Südamerika , wenige Arten auch in Afrika und Madagaskar

Besonderheiten

- Kakteen betreiben CAM (Crassulaceae Acid Metabolism). Beim CAM-Stoffwechsel sind die Spaltöffnungen tagsüber geschlossen. Es kommt zu keinem Gasaustausch und die Pflanze ist vor Verdunstung geschützt. Nachts werden die Spaltöffnungen geöffnet und die Pflanze kann Kohlendioxid aufnehmen. Dieses wird gespeichert und tagsüber umgebaut in Nährstoffe.

Steckbrief Edelweiß

Wissenschaftlicher Name: *Leontopodium alpinum*

Aussehen

- 5-20 cm groß
- Korbbütler: kleine Blüten in der Mitte der auffälligen weißen Hochblätter, die in Sternform angeordnet sind

Vorkommen

- Alpenraum
- Wächst auf 2500-3500 m Höhe

Besonderheiten

- Blüht von Juli bis August
- Kommt in Felsspalten und anderen Standorten vor, die genug Erde aufweisen
- Blätter, Stängel und Blütenblätter wollig behaart, die Behaarung schützt die Pflanze vor Verdunstung und vor UV-Licht. Die Mikrostruktur der Härchen an der Blattoberfläche ist so aufgebaut, dass sie die UV-Strahlung absorbieren, die restliche Lichtstrahlung aber durchlassen. Dadurch ist die Pflanze vor UV-Licht geschützt, kann aber trotzdem Photosynthese betreiben.
- Früher beliebtes Souvenir, wurde viel gesammelt; heute unter Naturschutz
- Liebt als Symbol für die Alpen, z. B. auf österreichischen 2-Centstücken

Steckbrief Latsche

Wissenschaftlicher Name: *Pinus mugo*, gehört zur Familie der Kieferngewächse

Aussehen

- Kann als Baum oder Strauch vorkommen, je nachdem wie günstig der Standort ist, im Gebirge strauchförmig;
- Blätter: nadelförmig, ca. 2-5 cm lang

Vorkommen

- in mitteleuropäischen Gebirgen

Besonderheiten

- typisch für Krummholzstufe oberhalb der Waldgrenze
- Name kommt von „latschen“, also mit den Füßen am Boden entlang schleifen, auch genannt Krummholzkiefer;
 - Beide Namen beziehen sich auf den krummen, niedrigen Wuchs.
- Wird an lawinengefährdeten oder murengefährdeten Hängen angepflanzt, damit sie den Hang stabilisieren.

Steckbrief Steinbrech

Pflanzengattung mit ca. 450 Arten, gehört zur Familie der Steinbrechgewächse

Aussehen

- Blüten gelb, weiß oder rosa
- oft sehr kleine Pflanzen
- wachsen kriechend am Boden und bilden Polster
- oft behaart

Vorkommen

- weltweit im Gebirge
- in den Alpen von 500 bis 3000 m Höhe

Besonderheiten

- wächst oft in Felsspalten
- Viele Steinbrecharten haben sukkulente Blätter, das heißt verdickte Blätter, in denen sie Wasser speichern können.
- Blütezeit von Juli bis August

Steckbrief Rot-Buche

Wissenschaftlicher Name: *Fagus sylvatica*, gehört zur Familie der Buchengewächse (wie zum Beispiel auch die Eichen und Kastanien)

Aussehen

- Ca. 30-40 m Höhe
- Blätter eiförmig, am Rand behaart
- Früchte: Bucheckern
- glatte Rinde

Vorkommen

- in Laubmischwäldern Mitteleuropas, bis in den Mittelmeerraum

Besonderheiten

- sehr häufiger Baum in Mitteleuropa; Die Rot-Buche ist oft waldbildend, das heißt, sie ist die dominierende Baumart in einem Waldgebiet.
- Früchte: früher Nahrungsmittel
- Das Holz wird für Böden, Möbel und wegen des hohen Brennwertes zum Heizen verwendet.

Steckbrief Stiel-Eiche

Wissenschaftlicher Name: *Quercus robur*, gehört zur Familie der Buchengewächse (wie zum Beispiel auch die Rot-Buche oder die Kastanien)

Aussehen

- Bis zu 40 m Höhe
- Blätter: typische Form: länglich und seitlich gelappt
- Früchte: Eicheln
- Rinde stark gefurcht

Vorkommen

- In Laubmischwäldern Mitteleuropas

Besonderheiten

- Häufigste Eichenart
- Früchte werden als Futter für Schweine verwendet, enthalten Gerbstoffe
- heiliger Baum bei den Kelten und Germanen
- früher: Treffpunkt eines Dorfes und Ort, an dem Gericht gehalten wurde

Steckbrief Schneeglöckchen

Wissenschaftlicher Name: *Galanthus nivalis*, gehört zur Familie der Amaryllisgewächse

Aussehen

- 10-20 cm hohe Pflanze
- weiße Blüte
- längliche Blätter

Vorkommen

- in Laubmischwäldern, Auen, Gärten Mitteleuropas

Besonderheiten

- überdauert die Frostperiode im Winter unter der Erde als Zwiebel; die Zwiebel dient als Speicherorgan, aus dem im Frühjahr eine Pflanze wachsen kann
- Innenseite der Blütenblätter tragen grüne Farbmale; diese duften intensiver als der Rest der Blüte und locken Bestäuber an (Bienen).
- Frühblüher; Blütezeit: Februar bis April

6.7.4 Arbeitsauftrag

Arbeitsblatt

- Lest das **Infoblatt** zu dem Großlebensraum von eurer Gruppe.
- An manchen Pflanzen sind **Steckbriefe** angebracht. Sucht eine Pflanze aus, die ihr bearbeiten wollt.
- Lest den Steckbrief genau durch und beantwortet folgende **Fragen**:

1) Was muss eine Pflanze „können“, um in diesem Lebensraum zu überleben?

2) Warum ist diese Pflanze für diesen Lebensraum geeignet?

3) Schaut euch die Pflanze genau an. Woran kann man die spezielle Anpassung der Pflanze an den Lebensraum äußerlich erkennen? Ihr sollt die Beobachtungen nachher der gesamten Gruppe vorstellen!

6.7.5 Fotos

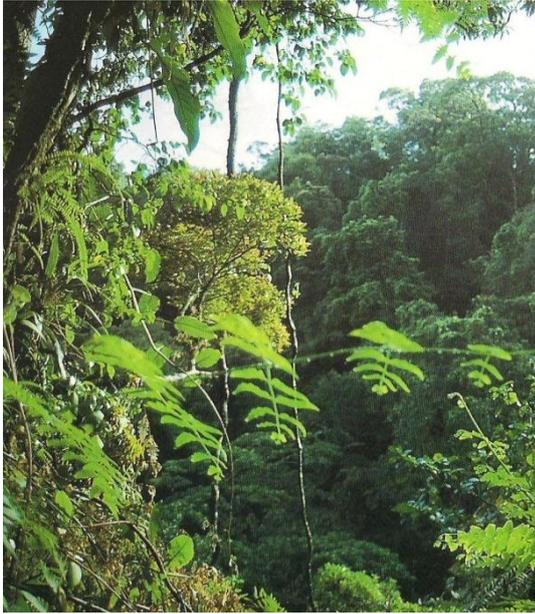


Abbildung 52: Tropischer Regenwald, Fidschi, (Grabherr, 1997, S. 50-51)

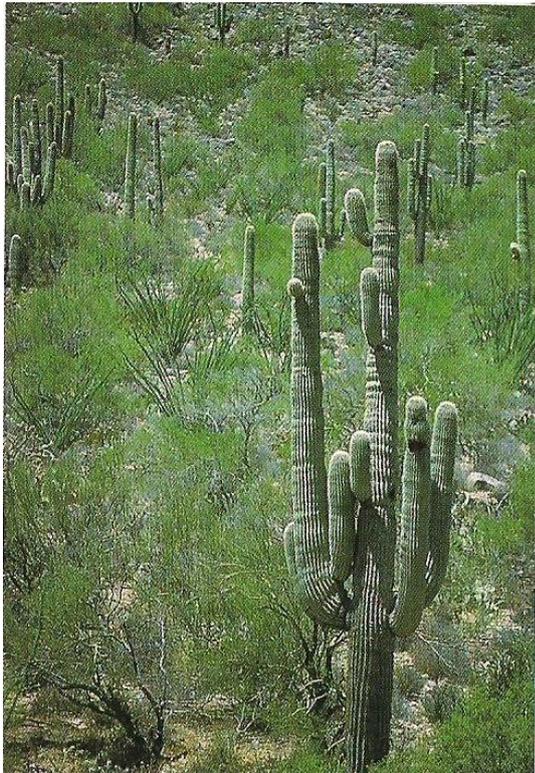


Abbildung 53: Buschland, Sonora-Wüste, USA (Grabherr, 1997, S. 21)

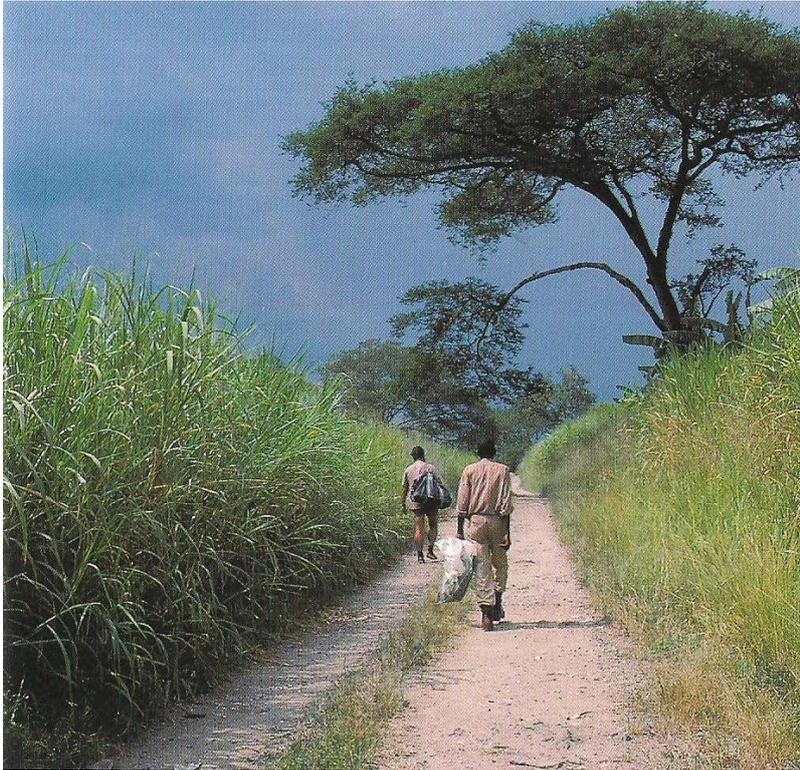


Abbildung 54: Savanne, Uganda (Grabherr, 1997, S. 115)

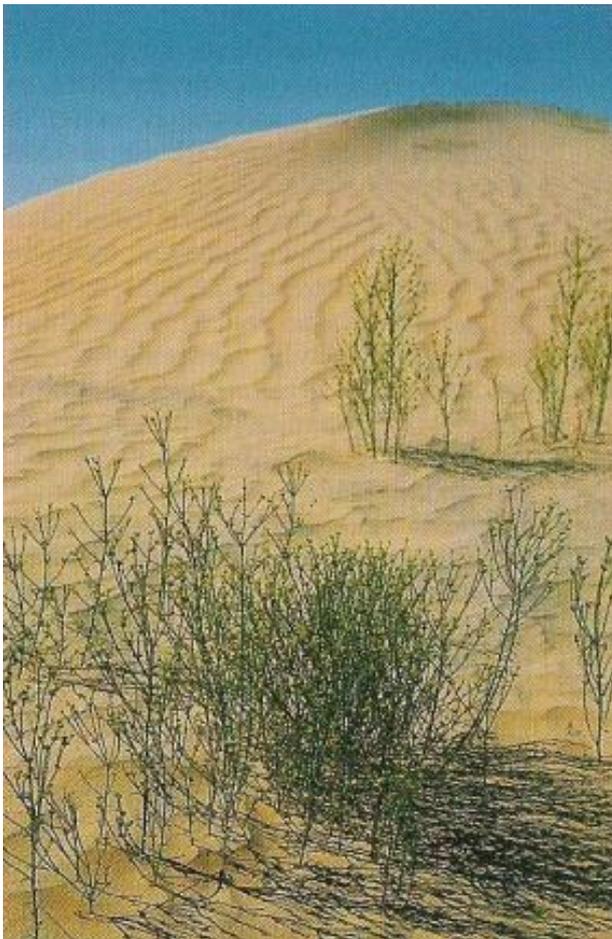


Abbildung 55: Wüste, Sahara (Grabherr, 1997, S. 21)



Abbildung 56: Wiesenlandschaft in den Alpen, Schweiz (Grabherr, 1997, S. 278)



Abbildung 57: Auwald der March, Österreich (Grabherr, 1997, S. 271)



Abbildung 58: Golden Hills, Kalifornien (Grabherr, 1997, S. 219)

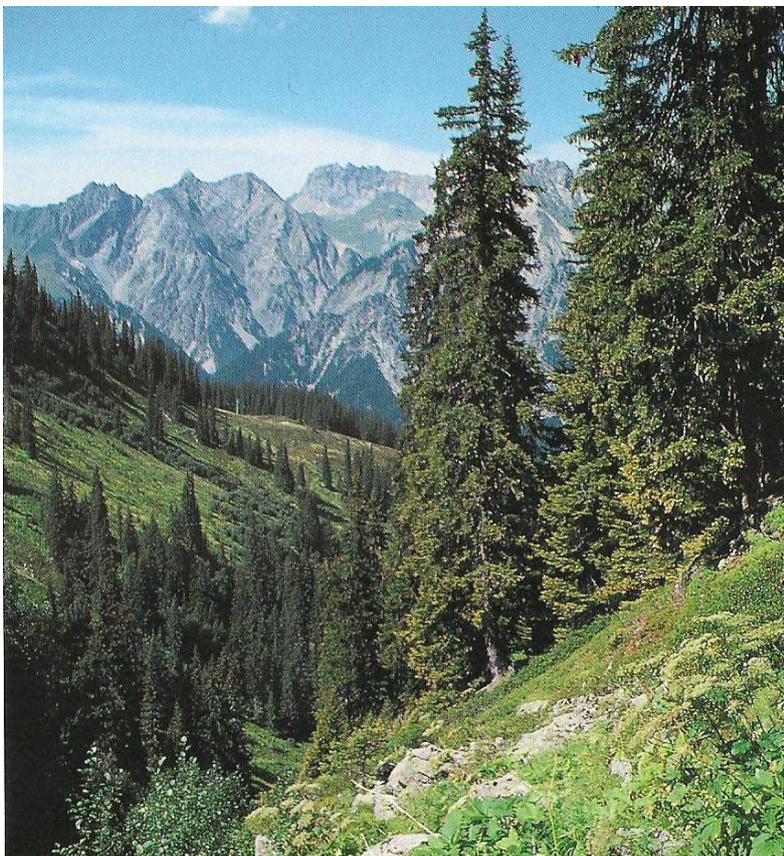
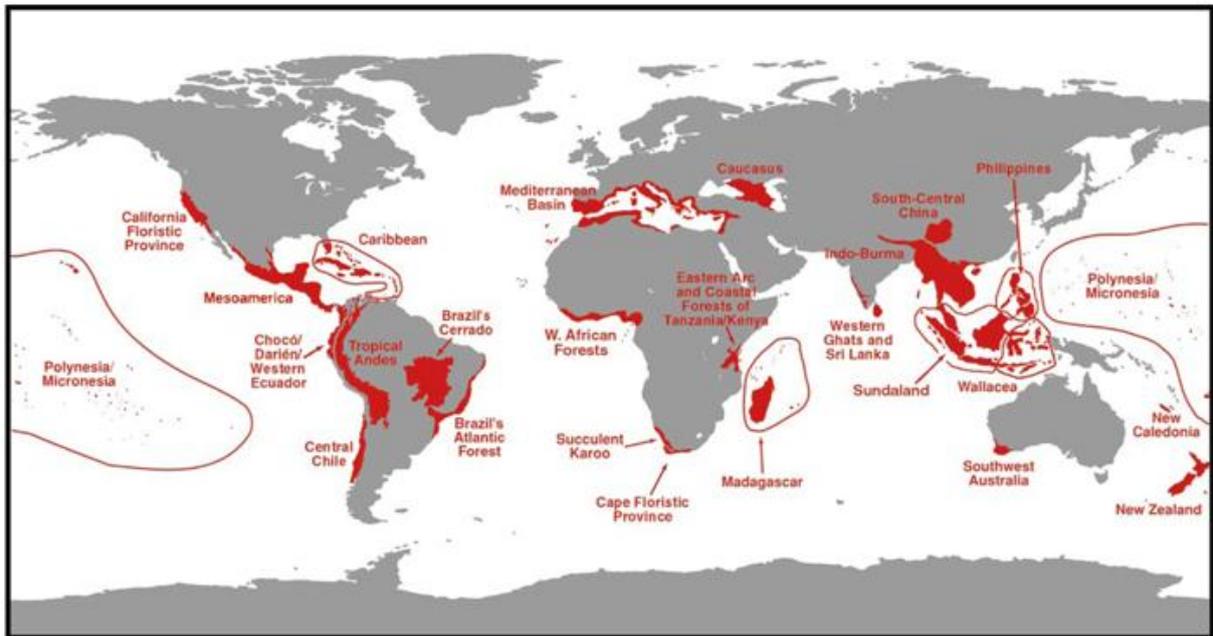


Abbildung 59: Alpen, Österreich (Grabherr, 1997, S. 263)

6.7.6 Weltkarten



(Myers & Mittermeier, 2000, S. 853)

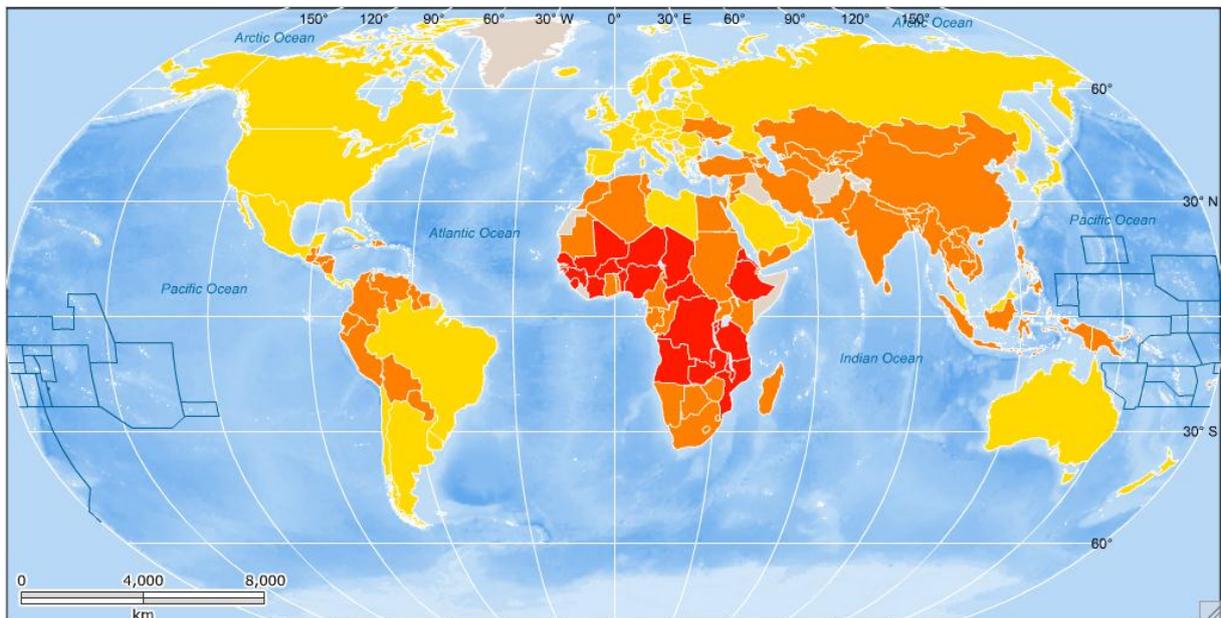


Abbildung 60: Weltweite Verteilung des Human Development Index (A Developing World, 2013)

6.8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weltweite Verteilung von Biodiversitätshotspots (Myers & Mittermeier, 2000, S. 853).....	21
Abbildung 2: Weltweite Verbreitung immerfeuchter Tropen (Schultz, 2010, S. 104).....	43
Abbildung 3: Weltweite Verbreitung sommerfeuchter Tropen (Schultz, 2010, S. 95).....	47
Abbildung 4;Weltweite Verbreitung tropische und subtropischer Trockengebiete (Schultz, 2010, S. 84).....	50
Abbildung 5: Weltweite Verbreitung winterfeuchter Subtropen (Schultz, 2010, S. 70)	51
Abbildung 6: Weltweite Verbreitung immerfeuchter Subtropen (Schultz, 2010, S. 78)	53
Abbildung 7: Weltweite Verbreitung feuchter Mittelbreiten (Schultz, 2010, S. 52)	54
Abbildung 8: Weltweite Verbreitung feuchter Mittelbreiten (Schultz, 2010, S. 60)	58
Abbildung 9: Weltweite Verbreitung der borealen Zone (Schultz, 2010, S. 60).....	59
Abbildung 10: Weltweite Verbreitung der polaren/subpolaren Zone (Schultz, 2010, S. 35)..	60
Abbildung 11: Verteilung der Geschlechter in der Stichprobe	78
Abbildung 12: Verteilung der Schulstufen innerhalb der Stichprobe	79
Abbildung 13: Verteilung der Schultypen innerhalb der Stichprobe	79
Abbildung 14: Verteilung der Geschlechter innerhalb der Schulstufen	80
Abbildung 15: Verteilung der schulischen Schwerpunkte in der Stichprobe	80
Abbildung 16: Häufigkeit der Besuche im Botanischen Garten in der Stichprobe	81
Abbildung 17: Ranking der Themenbereiche nach Mittelwerten	85
Abbildung 18: Vergleich der Geschlechter für den Themenbereich Alltagspflanzen.....	87
Abbildung 19: Vergleich der Geschlechter für den Themenblock Umweltbewusstsein	87
Abbildung 20: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Umweltbewusstsein	89
Abbildung 21: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Alltagspflanzen	90
Abbildung 22:Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Biodiversität	91
Abbildung 23: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Großlebensräume.....	92
Abbildung 24: Vergleich der Schulstufen für den Themenbereich Pflanzen weltweit	93
Abbildung 25: Ranking der Einzelfragen nach Mittelwert der Antworten	94
Abbildung 26 Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Artensterben	96
Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Mensch als Bedrohung	97
Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung der Antworten für das Item Interaktion Mensch-Tiere-Pflanzen	97

Abbildung 29: Mindmap Ökosystem.....	104
Abbildung 30: Plan des Botanischen Gartens der Universität Wien und ausgewählte Standorte.....	108
Abbildung 31: Fragebogen Zielgruppe	124
Abbildung 32: Verteilung der Antworten für das Item „Beitrag des Einzelnen“	128
Abbildung 33 Verteilung der Antworten für das Item „Nutzen von Biodiversität“	128
Abbildung 34: Verteilung der Antworten für das Item „Großlebensräume	129
Abbildung 35: Verteilung der Antworten für das Item „Klimaerwärmung“	129
Abbildung 36: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzliche Produkte“	130
Abbildung 37: Verteilung der Antworten für das Item „Obst/Gemüse“	130
Abbildung 38: Verteilung der Antworten für das Item „ökologisches Verhalten“	131
Abbildung 39: Verteilung der Antworten für das Item „Artenvielfalt“	131
Abbildung 40: Verteilung der Antworten für das Item „klimatische Bedingungen“	132
Abbildung 41: Verteilung der Antworten für das Item „Klima“	132
Abbildung 42: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Österreich“	133
Abbildung 43: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzen weltweit“	133
Abbildung 44: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzen im Alltag“	134
Abbildung 45: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Österreich“	134
Abbildung 46: Verteilung der Antworten für das Item „Pflanzliche Rohstoffe“	135
Abbildung 47: Verteilung der Antworten für das Item „Konvergenz“	135
Abbildung 48: Verteilung der Antworten für das Item „Neophyten in Mitteleuropa“	136
Abbildung 49: Verteilung der Antworten für das Item „Gewürzpflanzen“	136
Abbildung 50. Verteilung der Antworten für das Item „Nutzpflanzen in Entwicklungsländern“	137
Abbildung 51: Verteilung der Antworten für das Item „Biodiversität“	137
Abbildung 52: Tropischer Regenwald, Fidschi, (Grabherr, 1997, S. 50-51)	160
Abbildung 53: Buschland, Sonora-Wüste, USA (Grabherr, 1997, S. 21)	160
Abbildung 54: Savanne, Uganda (Grabherr, 1997, S. 115)	161
Abbildung 55: Wüste, Sahara (Grabherr, 1997, S. 21)	161
Abbildung 56: Wiesenlandschaft in den Alpen, Schweiz (Grabherr, 1997, S. 278)	162
Abbildung 57: Auwald der March, Österreich (Grabherr, 1997, S. 271).....	162
Abbildung 58: Golden Hills, Kalifornien (Grabherr, 1997, S. 219).....	163

Abbildung 59: Alpen, Österreich (Grabherr, 1997, S. 263)	163
Abbildung 60: Weltweite Verteilung des Human Development Index (A Developing World, 2013).....	164

6.9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der Erde in Großlebensräume nach Grabherr (1997 S. 7-10) und Schultz (2010 S. 16- 22)	42
Tabelle 2: Liste der Items	73
Tabelle 3: Überblick demographische Daten	77
Tabelle 4: Überblick Faktorenanalyse	83
Tabelle 5: Ergebnisse Cronbach's Alpha für die fünf Faktoren	84
Tabelle 6: Ergebnisse des T-Tests für die fünf Faktoren	84
Tabelle 7: Übersicht über Vergleich der unterschiedlichen Interessen der Geschlechter	86
Tabelle 8: Übersicht über Vergleich der unterschiedlichen Schulstufen	88
Tabelle 9: Übersichtstabelle über den Ablauf des Projekts	103
Tabelle 10: Überblick Standorte und ausgewählte Pflanzen	105