



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Darstellung und Vermittlung von botanischer
Systematik in österreichischen Schulbüchern der
7. und 8. Klasse AHS“

verfasst von / submitted by

Doris Paveronschütz

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

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2019 / Vienna, 2019

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

A 190 406 445

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

Lehramtsstudium UF Mathematik
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ-Prof. Dr. Michael Kiehn

„Alles, was gegen die Natur ist, hat auf Dauer keinen Bestand.“

(Charles Robert Darwin)

*„Menschen bilden bedeutet nicht, ein Gefäß zu füllen, sondern ein
Feuer zu entfachen.“*

(Aristophanes)

Danksagung

Es war eine ziemlich lange und ereignisreiche Reise, die mich bis hierher geführt hat. In dieser Zeit durfte ich zahlreiche liebe und besondere Menschen kennenlernen, von denen mich jeder einzelne auf seine eigene Weise geprägt hat und mir in Erinnerung geblieben ist, egal wie lange er oder sie Teil meines Weges war oder ist.

Zuerst möchte ich mich ganz herzlich bei Dr. Michael Kiehn bedanken, der mir das Thema angeboten und sich für die Betreuung zur Verfügung gestellt hat und mir wertvolle und konstruktive Verbesserungsvorschläge gab.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meiner Familie bedanken. Meinen Eltern und Geschwistern möchte ich dafür danken, dass sie mir durch ihre finanzielle und emotionale Unterstützung ermöglicht haben meinen eigenen Weg zu gehen und meine Träume zu leben, und mir den nötigen Rückhalt und die Sicherheit geben, dies auch in Zukunft tun zu können.

Natürlich möchte ich mich auch bei meinen Freunden, die mir seit teilweise 17 Jahren in jeder Situation zur Seite stehen und zu meiner eigenen kleinen Familie geworden sind, bedanken. Danke für euer offenes Ohr und eure guten Ratschläge, für eure Verköstigung und danke auch dafür, dass ihr meine guten und schlechten Launen aushaltet.

Ihr wisst, was ihr mir bedeutet!

Danke auch an meine fabelhaften Arbeitskollegen, die mich so großartig unterstützt haben und mir auch weiterhin alle Unterstützung dieser Welt anbieten.

Ein großes Danke geht auch an die Banana-Boys für ihre Verpflegung und ungeteilte Aufmerksamkeit, besonders in der letzten Phase.

Danke an alle Personen, die meine Studienzeit zu einer unvergesslichen Zeit gemacht haben. Die immer für ernste Gespräche, aber auch für jede Menge Spaß zu haben waren, mit mir fremde Länder bereist und mehr als einmal die Nacht zum Tag gemacht haben.

Danke für alles. Auf weitere wunderbare Jahre.

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>EINLEITUNG.....</u>	<u>1</u>
1.1.	FORSCHUNGSFRAGE	3
1.2.	AUFBAU DER ARBEIT	4
<u>2.</u>	<u>THEORETISCHE GRUNDLAGEN</u>	<u>5</u>
2.1.	SYSTEMATIK.....	5
2.1.1.	METHODEN DER SYSTEMATIK.....	6
2.1.2.	PHYLOGENETIK / DER PHYLOGENETISCHE STAMMBAUM	7
2.1.3.	KÜNSTLICHE UND NATÜRLICHE SYSTEME	10
2.1.4.	VERÄNDERUNGEN BESTEHENDER SYSTEME.....	10
2.2.	TAXONOMIE	11
2.3.	NOMENKLATUR.....	12
2.3.1.	INTERNATIONAL CODE OF NOMENCLATURE FOR ALGAE, FUNGI AND PLANTS	13
<u>3.</u>	<u>WISSENSCHAFTSGESCHICHTE</u>	<u>14</u>
3.1.	KLASSISCHES ALTERTUM.....	14
3.1.1.	ARISTOTELES.....	14
3.1.2.	THEOPHRAST	15
3.2.	RENAISSANCE	16
3.2.1.	CAESALPINUS.....	17
3.2.2.	TOURNEFORT.....	17
3.2.3.	CARL VON LINNÉ	17
3.3.	PHYLOGENETISCHE HERANGEHENSWEISE	19
3.3.1.	WILLI HENNIG	20
3.3.2.	1950 – 2000.....	20
3.3.3.	ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP	20
<u>4.</u>	<u>FACHDIDAKTISCHE ASPEKTE.....</u>	<u>21</u>
4.1.	BEDEUTUNG DER SYSTEMATIK IM BIOLOGIEUNTERRICHT - FRÜHER UND HEUTE	21
4.1.1.	ARTENKENNTNISSE UND ORIENTIERUNGSWISSEN	22
4.1.2.	BEDEUTUNG VON BEGRIFFEN.....	23
4.1.3.	WIE SCHÜLER UND SCHÜLERINNEN PFLANZEN ORDNET	24

4.2.	STAND DER FORSCHUNG ZUM SCHULISCHEN INTERESSE AN PFLANZEN.....	26
4.2.1.	MOTIVATION UND INTERESSE	27
4.2.2.	INTERESSE WECKEN	28
4.3.	SCHULBUCH	29
4.3.1.	DEFINITION UND BEDEUTUNG.....	29
4.3.2.	TYPEN VON BIOLOGIE-SCHULBÜCHERN	30
4.3.3.	SCHULBUCHFORSCHUNG	31
5.	<u>MATERIALIEN UND METHODE</u>	31
5.1.	AUSWAHL DES UNTERSUCHUNGSMATERIALS	31
5.2.	AUSWAHL DER ANALYSEMETHODEN	32
6.	<u>THEORETISCHE HINTERGRÜNDE DER ANALYSEMETHODE.....</u>	33
6.1.	STRUKTURIERENDE INHALTSANALYSE (MAYRING, 2015).....	33
6.2.	KONTEXTANALYSE (MARKOM & WEINHÄUPL, 2007).....	34
6.3.	BEURTEILUNGSKRITERIEN VON BIOLOGIE-SCHULBÜCHER (BERCK & GRAF, 2018)...	35
7.	<u>ANALYSESCHEMA</u>	38
7.1.	ANALYSE DER ECKDATEN	38
7.2.	INHALTSANALYSE	39
7.3.	LEHRPLANBEZUG	40
7.4.	FACHDIDAKTISCHE VERMITTLUNG	41
8.	<u>ERGEBNISSE</u>	43
8.1.	ERGEBNISSE DER ANALYSE DES SCHULBUCHS "BIOLOGIE 7"	43
8.1.1.	ALLGEMEINE INFORMATIONEN	43
8.1.2.	INHALTSANALYSE	44
8.1.3.	LEHRPLANBEZUG.....	50
8.1.4.	FACHDIDAKTISCHE VERMITTLUNG	50
8.2.	ERGEBNISSE DER ANALYSE DES SCHULBUCHES "AM PULS BIOLOGIE 7"	56
8.2.1.	ANALYSE DER ECKDATEN	56
8.2.2.	INHALTSANALYSE	58
8.2.3.	LEHRPLANBEZUG.....	63
8.2.4.	FACHDIDAKTISCHE VERMITTLUNG	64

8.3.	ERGEBNISSE DER ANALYSE DES SCHULBUCHS "BIO@SCHOOL 8"	69
8.3.1.	ANALYSE DER ECKDATEN	69
8.3.2.	INHALTSANALYSE.....	71
8.3.3.	LEHRPLANBEZUG.....	75
8.3.4.	FACHDIDAKTISCHE VERMITTLUNG	77
9.	<u>DISKUSSION</u>	81
9.1.	UMFANG BOTANISCHER THEMEN IN SCHULBÜCHERN	81
9.2.	DARSTELLUNG VON SYSTEMATIK	83
9.3.	BEGRIFFE	86
9.4.	ABBILDUNGEN	88
9.5.	ARBEITSAUFTRÄGE.....	89
9.6.	LEHRPLANBEZUG	91
9.7.	GESAMTBEWERTUNG.....	92
9.7.1.	BIOLOGIE 7	92
9.7.2.	AM PULS BIOLOGIE 7	95
9.7.3.	BIO@SCHOOL 8.....	97
10.	<u>RESÜMEE.....</u>	101
	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	103
	<u>ZUSAMMENFASSUNG.....</u>	109
	<u>ABSTRACT.....</u>	110
	<u>ANHANG.....</u>	111

Abbildungsverzeichnis:

ABBILDUNG 1: BEISPIEL EINES PHYLOGENETISCHEN STAMMBAUMS	8
ABBILDUNG 2: RANGSTUFEN IN DER TAXONOMIE DER PFLANZEN UND IHRE NOMENKLATUR	12
ABBILDUNG 3: VERLAUF DER PFLANZENKUNDLICHEN UND TIERKUNDLICHEN INTERESSEN	26
ABBILDUNG 4: COVER DES BUCHES „BIOLOGIE 7“	44
ABBILDUNG 5: COVER DES BUCHES „AM PULS BIOLOGIE 7“	57
ABBILDUNG 6: COVER DES BUCHES „BIO@SCHOOL 8“	71
ABBILDUNG 7: DIAGRAMM ZUM UMFANG BOTANISCHER UND ZOOLOGISCHER INHALTE.	82

Tabellenverzeichnis:

TABELLE 1: ECKDATEN DES SCHULBUCHES „BIOLOGIE 7“	43
TABELLE 2: UMFANG BOTANISCHER / ZOOLOGISCHER INHALTE IN „BIOLOGIE 7“	45
TABELLE 3: ÜBERSICHT ÜBER DIE VERWENDETEN TAXA IN „BIOLOGIE 7“	49
TABELLE 4: ÜBERBLICK ÜBER DIE VERWENDETEN BEGRIFFE IN „BIOLOGIE 7“	51
TABELLE 5: ECKDATEN DES SCHULBUCHES „AM PULS BIOLOGIE 7“	57
TABELLE 6: UMFANG BOTANISCHER / ZOOLOGISCHER INHALTE IN „AM PULS BIOLOGIE 7“	58
TABELLE 7: ÜBERSICHT ÜBER DIE VERWENDETEN TAXA IN „AM PULS BIOLOGIE 7“	62
TABELLE 8: ÜBERBLICK ÜBER DIE VERWENDETEN BEGRIFFE IN „AM PULS BIOLOGIE 7“	65
TABELLE 9: ECKDATEN DES SCHULBUCHES „BIO@SCHOOL 8“	70
TABELLE 10: UMFANG BOTANISCHER / ZOOLOGISCHER INHALTE IN „BIO@SCHOOL 8“	72
TABELLE 11: ÜBERSICHT ÜBER DIE VERWENDETEN TAXA IN „BIO@SCHOOL 8“	75
TABELLE 12: ÜBERBLICK ÜBER DIE VERWENDETEN BEGRIFFE IN „BIO@SCHOOL 8“	77
TABELLE 13: KONKRETE EMPFEHLUNGEN FÜR „BIOLOGIE 7“	93
TABELLE 14: KONKRETE EMPFEHLUNGEN FÜR „AM PULS BIOLOGIE 7“	96
TABELLE 15: KONKRETE EMPFEHLUNGEN FÜR „BIO@SCHOOL 8“	98
TABELLE 16: GESAMTÜBERSICHT ÜBER KONKRETE EMPFEHLUNGEN.....	110

1. Einleitung

Auf der Erde wurden bisher etwa 1,8 Millionen Arten von Organismen erfasst und beschrieben (Campbell, 2009; Lecointre & Le Guyader, 2006). Schätzungen zufolge beläuft sich die Gesamtzahl der Lebewesen von 10 auf bis zu 100 Millionen Arten (Campbell, 2009). Demnach ist uns Menschen nur ein sehr geringer Teil der Lebewesen, die mit uns die Erde bewohnen, bekannt.

Die Gefäßpflanzen nehmen ca. 260.000 dieser bisher bekannten Arten ein (Judd, 2016), die Pilze etwa 100.000, während die Tiere mit über einer Million Arten den größten Teil der uns bekannten Biodiversität ausmachen (Campbell, 2009). Die Zahl aller bekannten und anerkannten wissenschaftlich benannten Pflanzenarten lag am 1.6.2019 bei 350,699 (The Plant List, 2019).

Auch wenn im Vergleich der Anteil der Pflanzenarten wesentlich geringer ist als jener der Tiere, ist die Stellung, welche die Pflanzen für die Erde und deren Bewohner einnehmen, umso bedeutender.

Im Wesentlichen wäre ohne Pflanzen kein Leben auf der Erde möglich. Sie sind nicht nur für Ökosysteme, für atmosphärische Veränderungen, für die Regulation des Wasser- und Mineralhaushalts, für unser Klima und die Biomasseproduktion von wesentlicher Bedeutung (Strasburger et al., 2008), sie fungieren auch als wichtige Arzneimittel, Bau- und Brennstoffe für den Menschen (Campbell, 2009). In Betrachtung aktueller, globaler Probleme, wie Klimawandel, abnehmende Biodiversität und ansteigendes Artensterben, ist es besonders wichtig Pflanzen nicht nur wahrzunehmen, sondern auch ihren Wert für unsere Umwelt zu erkennen und zu verstehen (Sanders, 2019).

Trotz der beschriebenen großen Bedeutung der Pflanzen für die Menschen findet die Tierwelt größeres Interesse als die Pflanzenwelt. Pflanzen werden von vielen Erwachsenen und Kindern kaum bis gar nicht in ihrer Umgebung, teilweise sogar nicht einmal als Lebewesen wahrgenommen (Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001). Dieses Phänomen wurde von Wandersee & Schussler (2001) als „Plant Blindness“ bezeichnet (siehe 4.2.).

Dieses mangelnde Interesse hat nicht nur verheerende Folgen in Bezug auf das fehlende Verständnis über Funktion und Bedeutung der Pflanzen für unsere Umwelt

(Wandersee & Schussler, 2001), sondern wirkt sich auch auf den Unterricht aus, da vorhandenes Interesse eine ganz wesentliche Basis für einen guten Leistungserfolg und das Erwerben von Wissen bildet (Berck & Graf, 2018; Pany & Heidinger, 2015).

Es gibt verschiedene Herangehensweisen das Interesse von Schülerinnen und Schülern an den Pflanzen zu steigern und somit dem „Plant Blindness“ - Phänomen entgegen zu wirken (siehe auch 4.2.2.). Eine davon wäre die Verlegung des Unterrichts an außerschulische, informelle Lernorte. Zu diesen zählen u. a. natürliche Lebensräume wie Wiese und Wald, aber auch biologische Sammlungen wie Schulgärten und Botanische Gärten (Eschenhagen, Kattmann, Rodi & Etschenberg, 2001).

Der botanische Garten der Universität Wien (HBV), welcher mit seiner Vielfalt an verschiedenen Schaugruppen, Projekten, Garten- und Schulführungen und diversen anderen Veranstaltungen ein gutes Instrument darstellt, um das Interesse seiner Besucher und Besucherinnen für Pflanzen zu steigern, kann demnach auch zu einem solchen informellen Lernort gezählt werden.

Die größte Schaugruppe im HBV stellt die systematische Gruppe dar. Sie nimmt etwa die Hälfte des für die Öffentlichkeit zugänglichen Areals des Gartens ein. Seit über 200 Jahren stellt die Forschung zur Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen in der Botanik eine zentrale Aufgabe im Tätigkeitsfeld des HBV dar. Daher gestaltet sich die Präsentation der Systematischen Botanik als eine der Hauptaufgaben des botanischen Gartens Wien. Da sich aber im Laufe der Zeit und mit neuen Forschungsmethoden immer neue wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben, ändern sich auch die vorgeschlagenen Systeme. Um die Relevanz der Erkenntnisse und die gesamte Entwicklungsgeschichte der botanischen Systematik zu thematisieren und in den Vordergrund zu rücken, wurde 2015 innerhalb der Systematischen Gruppe der „Endlicher-Fenzl-Kerner“-Weg eröffnet. (Botanischer Garten der Universität Wien, 2019a)

Dieser wurde nach den ehemaligen Direktoren Stephan Endlicher, Eduard Fenzl und Anton Kerner von Marilaun benannt, welche die Systematische Gruppe des HBV entsprechend des Wissensstands ihrer Zeit umgestalteten (Botanischer Garten der Universität Wien, 2019b).

Doch außerschulische Projekte stellen eher eine Ausnahme im schulischen Alltag dar. Der Unterricht findet Großteils in den schulischen Räumlichkeiten statt (Eschenhagen et al., 2001). Trotz der Digitalisierung und Verwendung neuer Medien, bleibt das Schulbuch unter diesen Rahmenbedingungen/Kontext ein vorerst wichtiges Medium zur Vermittlung biologischer Inhalte (Eschenhagen et al., 2001).

1.1. Forschungsfrage

In Anlehnung an die Funktion des „Endlicher-Fenzl-Kerner“-Weges, der Bedeutung der Systematik für die Naturwissenschaften (siehe 2.1.) und aufgrund des großen Stellenwertes, den Schulbücher immer noch im Schulalltag einnehmen (siehe 4.3.), zielt diese Arbeit darauf ab zu erörtern, in welchem Umfang und vor allem wie das Thema „**Systematik in der Botanik**“ in österreichischen Schulbüchern vermittelt und dargestellt wird.

Da das Thema „Systematik“ im Lehrplan für die 7. Klasse AHS verankert ist (siehe 7.3.) und aufgrund der eben erläuterten Faktoren, ergibt sich daraus folgende Forschungsfrage:

Wie wird das Thema „Systematik“ im Bereich der Botanik in österreichischen Schulbüchern der 7. Klasse AHS vermittelt und dargestellt?

Aufgrund der Tatsache, dass Biologie in der 7. Klasse AHS u. U. nur in den Realgymnasien unterrichtet wird, wurde im Laufe der Arbeit die Forschungsfrage auch auf die 8. Klasse AHS erweitert. In der 8. Klasse ist das Kapitel „Evolution“ zu finden, in welchem auch auf die Systematik eingegangen wird. Somit lautet die aktualisierte Forschungsfrage:

Wie wird das Thema „Systematik“ im Bereich der Botanik in österreichischen Schulbüchern der 7. und 8. Klasse AHS vermittelt und dargestellt?

Diese Fragestellung wurde mittels einer qualitativen Schulbuchanalyse untersucht. Daraus eventuell resultierende Mängel, das Fehlen von Inhalten, fehlendes

Anschauungsmaterial etc. sollen dadurch aufgezeigt werden und mögliche Verbesserungsvorschläge für eine bewusstere und attraktive Auseinandersetzung mit der Botanik gegeben werden. Somit soll das Interesse der Schüler und Schülerinnen im Biologieunterricht und auch außerhalb der Schule gesteigert werden, um dem Phänomen der Plant Blindness entgegen zu wirken.

1.2. Aufbau der Arbeit

Im ersten Teil der Arbeit werden theoretische Grundbegriffe (siehe Kapitel 2), die fundamental für das Verständnis und das Wissen um den Stellenwert des Themas „Systematik“ sind, erläutert. Außerdem werden Methoden, die in der systematischen Forschung angewandt werden, vorgestellt und es wird auf die Bedeutsamkeit ihrer Ergebnisse für die Wissenschaft aufmerksam gemacht.

Es folgt ein Überblick über die Historie der Systematik, wobei einige Wissenschaftler und deren Leistungen präsentiert werden (siehe Kapitel 3).

Weiters wird auch auf fachdidaktische Aspekte und die mögliche Bedeutung der Systematik im Biologieunterricht verwiesen (siehe Kapitel 4). Zudem folgt eine Klärung der Begriffe Motivation und Interesse (siehe 4.2.1.) und ein Einblick in den momentanen Forschungsstand zum Interesse von Schülern und Schülerinnen an Pflanzen (siehe 4.2.).

In Kapitel 5 „Materialien und Methode“ werden die Analysemethoden sowie die Auswahl des Untersuchungsmaterials beschrieben. In Kapitel 6 werden die Methoden theoretisch belegt.

Die Ergebnisse der drei separaten Schulbuchanalysen werden in Kapitel 8 gesammelt und dokumentiert.

Danach folgt die Diskussion (siehe Kapitel 9), in welchem die zentralen Ergebnisse der Analyse zusammengefasst werden. Hierbei wird ein Vergleich der Qualität des Untersuchungsmaterials wiedergegeben, außerdem wurden die Stärken bzw. die Schwächen der jeweiligen Schulbücher ausgearbeitet. Darauf basierend folgen Empfehlungen für die Gestaltung zukünftiger Schulbücher (siehe 9.7; ANHANG).

Kapitel 10 „Resümee“ stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Diplomarbeit dar.

2. Theoretische Grundlagen

2.1. Systematik

„Bei der Systematik handelt es sich um ein Fachgebiet der Biologie, in dem die Mannigfaltigkeit der Lebewesen (Biodiversität) erfasst und geordnet wird.“ (Heß, 2005, S. 8)

Dazu gehören in erster Linie die Identifizierung, Beschreibung und Inventarisierung der Lebewesen (Lecointre & Le Guyader, 2006), sowie die Verknüpfung der daraus gewonnenen Informationen, um Verwandtschaftsverhältnisse herstellen, Aussagen zu evolutionären Vorgängen und Vorhersagen zu den verschiedenen Klassifikationssystemen treffen zu können (Judd, 2016).

„Damit liefert sie für die Ökologie und andere experimentell arbeitende biologische Disziplinen die Grundlagen für den Vergleich und die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen“ (Weberling & Stützel, 1993, S. VII).

Grundsätzlich haben alle Disziplinen zum Ziel, Erkenntnisse über biologische Gesetzmäßigkeiten zu erlangen, die sich nicht nur auf einzelne Individuen beschränken, sondern für Individuen-Gruppen allgemein gültig sind (Weberling & Stützel, 1993).

Um jedes Individuum einer solchen Individuen-Gruppe eindeutig zuordnen zu können, müssen sie zuerst voneinander abgegrenzt werden (Weberling & Stützel, 1993). Dies erfolgt über die Methode des Vergleichens. Die Organismen werden anhand bestimmter Merkmale auf Unterschiede, aber auch auf Übereinstimmungen untersucht, und können dementsprechend in Gruppen eingeteilt werden (Judd, 2016; Sudhaus & Rehfeld, 1992). Diese Merkmale werden nach Lecointre & Le Guyader (2006) als „beobachtbares Attribut“ (S.9) bezeichnet und definieren somit den morphologischen Artbegriff. Die Unterschiede der phänotypischen Merkmalsausprägungen lassen sich laut Strasburger et al. (2008) nur subjektiv beurteilen, jedoch sehr wohl objektiv dokumentieren. Somit können die Lebewesen in ein logisch nachvollziehbar organisiertes (Verwandtschafts-)System eingeordnet (= Klassifikation) bzw. mit bereits bekannten Individuen-Gruppen verglichen und

ihrer zugehörigen Gruppe zugeordnet werden (Judd, 2016). Solche Individuen-Gruppen werden als „Art“ bezeichnet (Weberling & Stützel, 1993) und bilden die Grundeinheit der Systematik (Strasburger et al., 2008). Abgesehen vom morphologischen Artbegriff, gibt es noch den evolutionären und den biologischen Artbegriff. Letzterer ist der am häufigsten verwendete und definiert eine Art als eine Gruppe, die aus miteinander fortpflanzungsfähigen Individuen besteht (Heß, 2005).

Demnach stellen die Bestimmung von Organismen und deren Klassifikation zwei grundlegende Aspekte der Systematik dar, wobei die Klassifikation auf Basis verschiedener Einteilungsmöglichkeiten oder Kriterien durchgeführt werden kann. Pflanzen können z. B. aufgrund ihrer medizinischen Wirkung bzw. ihren Inhaltsstoffen oder auch bezüglich ihrer morphologischen Eigenschaften zu einer Gruppe zusammengefasst, nach ihrem Habitat eingeteilt werden etc. Die phylogenetische Klassifikation ordnet die Organismen nach ihren evolutionären Zusammenhängen (Judd, 2016).

2.1.1. Methoden der Systematik

In der Systematik werden verschiedene Methoden zur Analyse von Merkmalsausprägungen verwendet:

Bei der Beschreibung der Organismen steht laut Weberling & Stützel (1993) die Analyse von morphologischen und anatomischen Merkmalen im Vordergrund. Durch den Vergleich der Morphologie können Homologien identifiziert werden, die Aufschluss über evolutionäre Zusammenhänge, Verwandtschaften und über die Entwicklungsgeschichte der jeweiligen Taxa (siehe 2.2) geben können (Lecointre & Le Guyader, 2006).

Mit Hilfe von DNA-Analysen können noch exaktere Aussagen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Taxa getroffen werden und folglich evolutionäre Zusammenhänge genauer beschrieben werden. Momentan werden zwei verschiedene Methoden zur Analyse verwendet. Beim „gene-by-gene“ Ansatz, welcher als relativ veraltet gilt, werden die Gene einzeln isoliert und analysiert, während bei der „genomic“ - Herangehensweise das gesamte Genom sequenziert

wird, also mehrere bzw. alle Gene gleichzeitig analysiert werden. Die dabei verwendete DNA kann bei Pflanzen entweder aus den Chloroplasten, Mitochondrien oder dem Zellkern entnommen werden, die sich hinsichtlich ihrer Struktur und enthaltenen Gene unterscheiden. Systematiker verwenden für ihre Untersuchungen DNA aus allen drei Organellen (Judd, op. 2016).

2.1.2. Phylogenetik / Der Phylogenetische Stammbaum

Die vorher beschriebenen und klassifizierten Gruppen, die nun aufgrund der gewonnenen Kenntnisse über ihre Verwandtschaftsverhältnisse und zeitliche Entstehung miteinander in Relation gesetzt werden, können (graphisch) als phylogenetischer Stammbaum, auch Kladogramm genannt, dargestellt werden. Dieser wird im Bereich der Phylogenetik, welche sich mit der Entwicklungs- und Abstammungsgeschichte von Organismen beschäftigt, angewandt (Judd, 2016). Hierbei gilt:

„Nähere oder fernere Verwandtschaft zwischen Taxa ist durch das relative Alter des letzten gemeinsamen Vorfahren definiert. Ein Taxon B ist mit einem Taxon C enger verwandt als mit einem Taxon A, wenn der letzte gemeinsame Vorfahr von B und C jünger ist als der gemeinsame Vorfahr von A und B“ (Strasburger et al., 2008, S. 611).

Wobei es zu beachten gilt, dass bei der Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen „[...] die Suche nach der Schwestergruppe – und nicht nach dem Vorfahren“ (Lecointre & Le Guyader, 2006, S. 17) eine wesentliche Rolle spielt.

Abbildung 1 stellt ein sehr vereinfachtes Beispiel eines solchen phylogenetischen Stammbaums dar. Als determinierendes Merkmal wurden hier die jeweiligen Fruchttypen der Gruppe der Kirschen, Himbeeren und Brombeeren betrachtet. Demnach sind die Himbeeren näher zu den Brombeeren verwandt als zu den Kirschen. Himbeeren und Brombeeren sind somit Schwesterngruppen und haben einen gemeinsamen Vorfahren, der jünger ist als der gemeinsame Vorfahre aller drei Gruppen (Judd, 2016).

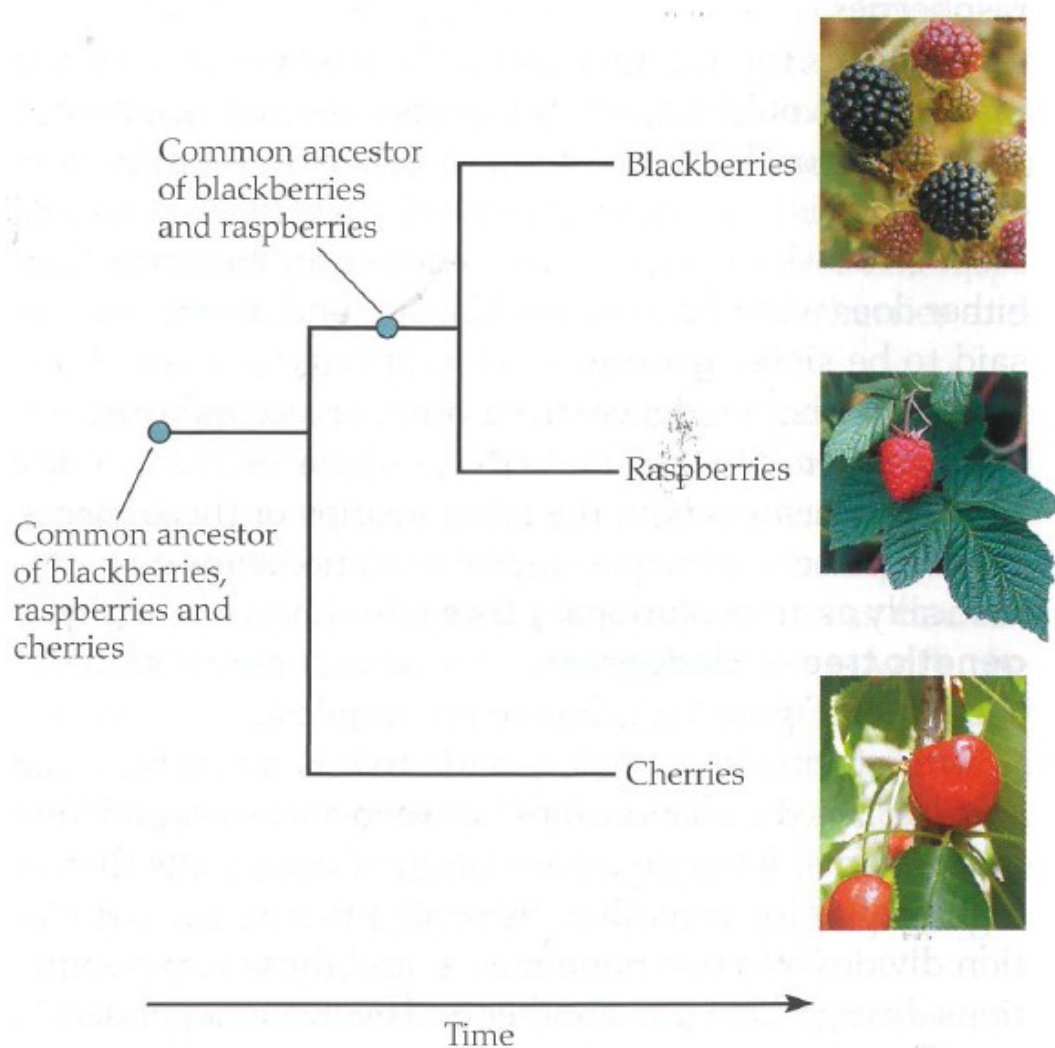


Abbildung 1: Beispiel eines phylogenetischen Stammbaums (Judd, 2016, S. 3.)

Monophylie

Eine monophyletische Gruppe (*mono* = allein, einzig; *phylum* = Stamm) umfasst nach Judd, op. (2016) einen gemeinsamen Vorfahren und alle seine Nachkommen. Veranschaulicht dargestellt würde das bedeuten, dass die monophyletische Gruppe mit nur einem „Schnitt“ aus dem phylogenetischen Stammbaum entfernt werden könnte (Judd, 2016).

Lecointre & Le Guyader (2006) merken weiters an: „Damit die biologische Klassifizierung strikt phylogenetisch ist, dürfen die Klassifizierungen nur monophyletische Gruppen enthalten“ (S. 16).

Paraphylie

Eine sogenannte paraphyletische Gruppe enthält zwar einen gemeinsamen Vorfahren, aber nicht alle, sondern nur einige oder fast alle seiner Nachkommen, auch Teilgruppen genannt (Judd, 2016; Strasburger et al., 2008).

Polyphylie

Die Teilgruppen, die bei einer polyphyletischen Gruppe enthalten sind, gehen im Gegensatz zur paraphyletischen Gruppe nicht auf einen gemeinsamen, sondern auf zwei oder mehrere Vorfahren zurück (Judd, 2016).

Trotz der unterschiedlichen Definitionen der paraphyletischen und polyphyletischen Gruppen werden ihre Unterschiede von vielen Systematikern als geringfügig und vernachlässigbar angesehen und deshalb zu einer Gruppe, der nicht-monophyletischen Gruppe, zusammengefasst (Judd, 2016).

Die Informationen und das Wissen über die Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Gruppen ist laut (Strasburger et al., 2008) deshalb wichtig, weil:

- „Erstens ist Verwandtschaft [...] die einzige objektive Grundlage der Klassifikation [...].
- Zweitens hat eine auf Verwandtschaft basierende Klassifikation eine gewisse Vorhersagekraft, d. h. man findet eine bestimmte Eigenschaft einer Art mit größerer Wahrscheinlichkeit in engen als in fernen Verwandten dieser Art wieder. [...]
- Drittens ist die Kenntnis von Verwandtschaft die einzige Möglichkeit, die Evolution von Merkmalen beliebiger Art zu erschließen.“ (S. 611)

In der phylogenetischen Herangehensweise der Systematik gilt als grundlegendes Ziel alle Äste des phylogenetischen Stammbaums zu entdecken und zu dokumentieren und alle Arten bzw. Taxa, die als Spitzen dieser Äste erscheinen, zu beschreiben. Nur so können evolutionäre Vorgänge und Aufspaltungen von Populationen in neue Entwicklungslinien und alle zugehörigen Ereignisse, die zu diesen Änderungen führten, vorhergesagt, rekonstruiert und mit Hilfe von bekannten geologischen Daten zeitlich richtig eingeordnet werden (Judd, 2016).

2.1.3. Künstliche und natürliche Systeme

In Bezug auf die Anzahl und die Qualität der Merkmale, die verwendet werden, um Organismen zu klassifizieren, wird zwischen künstlichen und natürlichen Systemen unterschieden.

In künstlichen Systemen werden die Organismen nach einem oder wenigen Merkmalen geordnet, während bei natürlichen Systemen wesentlich mehr Merkmale analysiert werden (Heß, 2005).

Zudem wird bei natürlichen Systemen die von der Natur und Evolution gegebene Hierarchie bewahrt. Das bedeutet, dass es sich bei Systemen, die sich auf Homologien stützen und dadurch zur Aufschlüsselung von Verwandtschaftsverhältnissen führen, um natürliche Systeme handelt. Linnés Klassifikation (siehe 3.2.3) wird beispielsweise als ein künstliches System angesehen (Sudhaus & Rehfeld, 1992).

2.1.4. Veränderungen bestehender Systeme

Die Klassifikation der Pflanzen (und Tiere) ist aber keinesfalls unveränderlich. Es handelt sich bei der Systematik vielmehr um eine dynamische Wissenschaft, die im Laufe ihrer Geschichte und im Zuge des technischen Fortschrittes fortwährend wissenschaftliche Erkenntnisse hinzugewinnt (Lecointre & Le Guyader, 2006; Spring & Buschmann, 1998).

Neben dem Zuwachs an Erkenntnissen können noch andere Faktoren eine Änderung bestehender Systeme bewirken.

Unterschiedliche Bewertungen von Merkmalen führten bereits in früheren Zeiten zu ständigen Veränderungen (siehe 3.).

Auch die Entdeckung neuer Arten greift massiv in bestehende Strukturen ein, da diese entsprechend verändert und angepasst werden müssen (Judd, 2016). Ebenso wirken sich die Funde von Fossilien auf die Einschätzung verwandtschaftsbezogene Verhältnisse aus (Lecointre & Le Guyader, 2006).

Das Wissen über die botanischen Taxa und deren Klassifikation ändert sich also laufend und rapide. Auch in den nächsten Jahren ist mit Änderungen zu rechnen (Judd, 2016).

Zusammenfassend beschäftigt sich die Systematik mit der Klassifikation der auf der Erde lebenden Organismen auf der Basis von deren Entdeckung und Beschreibung, und der Sammlung von Informationen über diese Taxa. Die Systematik bildet das Fundament für andere Teilbereiche der Biologie und deckt mit ihren Methoden u. a. evolutionäre Prozesse auf.

Die systematische Botanik beschäftigt sich folglich mit der Einteilung des Pflanzenreichs unter Berücksichtigung aller eben beschriebenen Aspekte.

2.2. Taxonomie

Ein durchaus wichtiges Teilgebiet der Systematik ist die Taxonomie, in welcher die Organismen klassifiziert und zu Gruppen, in 2.1 als Individuen-Gruppen bezeichnet, zusammengefasst und gegliedert werden. Diese Gruppen werden, unabhängig ihrer Hierarchieebene, Taxa (Singular: Taxon) genannt (Judd, 2016).

Aufgrund der zuvor in 2.1. erläuterten Techniken zur Bestimmung der Verwandtschaftsgrade lassen sich diese Taxa nun hierarchisch zu unterschiedlichen Rängen zusammenfassen, wobei die basale Rangstufe von der Art repräsentiert wird (Judd, 2016). Unterhalb des Artranges gibt es noch weitere Rangstufen wie Unterart oder Varietät.

Anhand von gemeinsamen Merkmalen lassen sich nun Arten, die näher miteinander verwandt sind, zu Gattungen zusammenfassen (Campbell, 2009).

„Oberhalb der Gattung definiert man immer weiter gefasste Klassifikationskategorien. Das Linné'sche System der Taxonomie ordnet ähnliche Gattungen in dieselbe Familie ein, ähnliche Familien in dieselbe Ordnung, ähnliche Ordnungen in denselben Stamm, ähnliche Stämme in dasselbe Organismenreich [...]“ (Campbell, 2009, S. 721).

Weiters stellt ein Taxon im phylogenetischen Stammbaum entweder einen Knoten oder das Ende eines Zweiges dar (Lecointre & Le Guyader, 2006).

Zudem gilt: „Der Rang wird durch die Position des Astes im Stammbaum bestimmt“ (Lecointre & Le Guyader, 2006, S. 14). Dies bedeutet, dass Schwesterngruppen demselben Rang angehören sollten.

Rangstufe		Abkürzung	Endung	Beispiel
deutsch	lateinisch			
Reich	regnum			Eukarya
Unterreich	subregnum		-bionta	Chlorobionta
Abteilung (Stamm)	divisio (phylum)		-phyta	Spermatophyta
Unterabteilung	subphylum		-phytina	Spermatophytina (Angiosperme)
			-mycotina (bei Pilzen)	
Klasse	classis		-opsida (oder -atae)	Rosopsidae
			-mycetes (bei Pilzen)	
			-phyceae (bei Algen)	
Unterklasse	subclassis		-idae	Asteridae
Überordnung	superordo		-anae	Asteranae
Ordnung	ordo		-ales	Asterales
Familie	familia	fam.	-aceae	Asteraceae
Unterfamilie	subfamilia	sfam.	-oideae	Cichorioideae
Tribus	tribus	trib.		Lactuceae
Gattung	genus	gen.		<i>Lactuca</i>
Untergattung	subgenus	sgen.		
Sektion	sectio	sect.		
Serie	series	ser.		
Aggregat (Sammelart)	aggregatum	agg.		
Art	species	spec., sp.		<i>Lactuca sativa</i>
Unterart	subspecies	sspec., ssp., subsp.		
Varietät	varietas	var.		<i>Lactuca sativa</i> var. <i>capitata</i>
Form	forma	f.		

Abbildung 2: Rangstufen in der Taxonomie der Pflanzen und ihre Nomenklatur (Heß, 2005, S.15)

2.3. Nomenklatur

In der Botanik, wie auch in vielen anderen Wissenschaften, werden zur Bezeichnung der verschiedenen Taxa wissenschaftliche Namen verwendet, die meist lateinisch oder latinisiert sind. Die Verwendung von wissenschaftlichen Namen bringt den großen Vorteil mit sich, dass die Benennungen, unabhängig von der jeweiligen Sprache oder Region und deren Volksnamen, international gleich, und somit eindeutig sind. (Judd, 2016; Weberling & Stützel, 1993).

2.3.1. International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants

Nach welchen Regeln die wissenschaftlichen Namen vergeben werden dürfen ist im „International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants“ (kurz ICN) festgelegt (Judd, 2016):

Artnamen müssen mit Hilfe der binären Nomenklatur, die auf Carl von Linné (siehe 3.2.3.) zurückgeht, beschrieben werden. Es handelt sich hierbei um ein Binom, d.h. eine Kombination aus dem vorangestellten Gattungsnamen, welcher großgeschrieben wird, und angehängtem Artepithet (Campbell, 2009; Judd, 2016). Das Binom wird in der Regel kursiv geschrieben, z. B. *Achillea millefolium* (= Gemeine oder Gewöhnliche Schafgarbe) (Campbell, 2009). Das Artepithet ist in der Regel eine zusätzliche charakteristische Beschreibung und kann arttypische morphologische, ökologische oder chemische Eigenschaften verdeutlichen. Es kann aber auch auf die geographische Region, in welcher die Art vorkommt, Bezug nehmen. Auch können Wissenschaftler oder andere Personen durch den Arteinamen gewürdigt werden. Bei Pflanzen ist die Verwendung von Tautonymen, also wissenschaftlicher Namen, die aus identem Gattungsnamen und Artepithet bestehen, nicht erlaubt (Judd, 2016).

Zudem ist jeder Artnamen an einen „nomenklatorischen Typus“ gebunden, also an ein Individuum, welches als Grundlage zur Benennung dient. Dieser ist in einem naturwissenschaftlichen Museum hinterlegt (Campbell, 2009). Für die Beschreibung von höheren Taxa gilt das rangniedrigere Taxon als Typus. Das vom Autor benutzte Objekt, welches bei der Erstbeschreibung benutzt wurde, wird als Holotypus bezeichnet. Die betreffenden Namen werden demnach automatisch festgelegt, solange dieser Holotypus existiert (Weberling & Stützel, 1993).

Der vollständige wissenschaftliche Name beinhaltet ebenso den Autor, welcher die Art als Erster beschrieben hat. Meist wird nicht der ganze Nachname, sondern nur die Initiale dem Artepithet hintenangestellt. Der wissenschaftliche Name der Weiß-Eiche lautet beispielsweise *Quercus alba* L., wobei L. für Linnaeus steht (Judd, 2016).

Die Neubeschreibung ist nur dann gültig, wenn sie schriftlich mit einer Differentialdiagnose veröffentlicht wurde.

3. Wissenschaftsgeschichte

Die Ursprünge der Systematik reichen weit zurück bis in die frühesten Epochen der Menschheitsgeschichte.

Seit Anbeginn der Zeit war es dem Menschen ein großes Anliegen seine Umwelt zu erforschen und beschreiben und eine Bestandsaufnahme anzugeben. Die Klärung der damaligen Fragen, welche Organismen gibt es und wie sehen diese aus, beschreibt im Grunde die wesentlichen Aufgabengebiete der Systematik und führt zwangsläufig zu Klassifikationen. Deswegen kann die Systematik als älteste Disziplin der Biologie bezeichnet werden (Sudhaus & Rehfeld, 1992).

Höhlenmalereien, die aus dem Paläolithikum stammen, belegen, dass sich die Menschen bereits zu diesem Zeitpunkt sehr genau mit ihrer Umwelt beschäftigten. Damals war es für die Nahrungsbeschaffung und das Überleben essentiell, gewisse Pflanzen voneinander unterscheiden zu können. (Mägdefrau, 2013)

Im weiteren Verlauf der Menschheitsgeschichte gewinnt die Botanik immer mehr an Bedeutung. Im Neolithikum beginnt der Mensch mit dem Anbau von Kulturpflanzen, deren Diversität im Laufe der Bronzezeit beträchtlich ansteigt (Mägdefrau, 2013).

Im Folgenden wird aufgrund der Vielzahl an Wissenschaftler, die sich in den letzten Jahrhunderten mit der Biologie bzw. Botanik beschäftigten, nur ein kurzer Überblick über die wesentlichsten Forscher und ihren Erkenntnissen gegeben.

3.1. Klassisches Altertum

3.1.1. Aristoteles

Aristoteles (384 - 322 v. Chr., Griechenland) gilt als Begründer der Naturwissenschaften. Er beschäftigte sich ausführlich mit der Biologie, insbesondere mit der Zoologie. Nicht nur, dass er alle bis dato bekannten Erkenntnisse der Vorsokratiker sammelte und sie mit seinen Beobachtungen ergänzte, hat er zudem mehr als 500 Tierarten klassifiziert (Mägdefrau, 2013)

„[...] wobei manche der aristotelischen Gruppen noch heutigen Ordnungen oder Klassen entsprechen“ (Mägdefrau, 2013, S. 6).

Aristoteles definierte „Leben“ nicht als Gegenpol zum Tod, sondern als einen durch festgelegte Kriterien testbaren Zustand, welcher sich von der unbelebten Natur abhebt. In weitere Folge konnte seither von „Lebewesen“ gesprochen werden, zu denen die Tiere, deren Bezeichnung er ebenfalls prägte, gezählt wurden. Ob auch die Pflanzen zu den Lebewesen gehörten, war zu Lebzeiten des Aristoteles‘ noch umstritten (Meyer, 2015).

„Das zoologische Hauptwerk, die *Historia animalium*, ist mehr als doppelt so umfangreich wie Aristoteles‘ zweitgrößte Schrift (die *Politik*) und hat fast viermal mehr Bekker-Seiten¹ als die sog. *Metaphysik*“ (Meyer, 2015, S. 11).

Seine botanischen Schriften sind uns nicht erhalten geblieben, wohl aber die seines Schülers Theophrast (Mägdefrau, 2013).

3.1.2. Theophrast

Theophrast (*griech.* Theophrastos, 372 - 287 v. Chr., Griechenland) beschäftigte sich ursprünglich mit der Philosophie und war ein Schüler Platons. Nach dessen Tod schloss er sich den Lehren des Aristoteles an und übernahm später seine Philosophenschule.

Er befasste sich, ebenso wie sein Lehrmeister, stark mit der Biologie und verfasste angeblich über 200 Werke, von denen die Mehrheit allerdings verloren ging. Besondere Aufmerksamkeit schenkte er der Botanik und verfasste die Werke *Ursachen des Pflanzenwuchses*, welches als Lehrbuch für die angewandte und allgemeine Botanik angesehen werden kann, und *Geschichte der Pflanzen*.

Er orientierte sich an Aristoteles‘ Zoologie und beschäftigte mit der Klassifikation der Pflanzenwelt, welche er bereits in Bäume, Sträucher, Stauden und Kräuter einteilte (Mägdefrau, 2013).

¹ Bekker-Zählung bezeichnet die heute übliche Zitierweise des größten Teils der überlieferten Werke von Aristoteles (Quelle: <https://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/152040>, Zugriff am 18.08.19)

Theophrast führte auch eine klar definierte Terminologie ein und bemühte sich um exakte Definitionen verschiedener Pflanzenteile wie Blüte, Frucht und Stängel (Mägdefrau, 2013).

Aufgrund der Bedeutsamkeit seines Schaffens gilt Theophrast als Gründer der Botanik (Lecointre & Le Guyader, 2006) .

3.2. Renaissance

Im Zuge der Renaissance fand zu Beginn des 16. Jahrhunderts eine erneute Auseinandersetzung mit den Naturwissenschaften statt. Im Fachbereich der Biologie lag das Augenmerk darauf, die Vielfalt der Tiere und Pflanzen in ein eindeutiges und überschaubares System zu bringen (Mägdefrau, 2013).

Zur Klassifikation wurden bis ins 19. Jahrhundert hauptsächlich divisive, später agglomerative Methoden verwendet. Bei der divisiven Methode, in welcher ein oder wenige Merkmale zur Klassifizierung herangezogen werden, erfolgt die Einteilung durch die wiederholte Anwendung eines dichotomen Bestimmungsschlüssels. Die Organismen werden somit in immer kleiner werdende Gruppen eingeteilt. Während bei der agglomerativen Methode mehrere Merkmale verwendet und die Organismen mittels Vergleiches in Gruppen eingeteilt werden. Diese Gruppen werden im Gegensatz zur divisiven Methode nicht kleiner, sondern immer größer, da immer mehr Organismen einer Gruppe zugeordnet werden können.

Die beiden genannten Methoden voneinander zu unterscheiden ist nicht immer ganz einfach. Ein wichtiger Unterschied wäre, dass in der divisiven Methode die Bestimmungskriterien a priori ausgewählt werden, wohingegen sie sich bei der agglomerativen Methoden als Ergebnis des Vergleichs auftreten können (Judd, 2016; Lecointre & Le Guyader, 2006).

3.2.1. Caesalpinus

Andrea Caesalpinus (1519 – 1603 n. Chr., Italien) umriss bereits 1583 die Prinzipien der Klassifikation mit dem Ziel, dass diese einfach anzuwenden, stabil, präzise und vorhersagbar sein sollten. Besonders das Problem der Stabilität der taxonomischen Bezeichnungen stellt jeher ein Problem dar (Judd, 2016). Caesalpinus teilte zudem die Pflanzen nicht nur in Bäume, Sträucher und Kräuter ein, er bezog als Erster auch die Früchte für seine Einteilung mit ein, ließ dabei aber die Blüten außer Acht. Somit ergab sich eine erneute Unterteilung der bisherigen Kategorien unter Rücksichtnahme der Samenzahl ihrer Früchte. Außerdem entstand eine gänzlich neue Gruppe, nämlich die der samenlosen Pflanzen (Mägdefrau, 2013).

3.2.2. Tournefort

Joseph Pitton de Tournefort (1656 - 1708 n.Chr., Frankreich) fasste die Arten zu Gattungen zusammen und stellte klare Regeln zur Festsetzung dieser Gattungen auf (Judd, 2016; Lecointre & Le Guyader, 2006). Jeder Organismus einer Gattung sollte demnach ein übergeordnetes, gattungsspezifisches Merkmal besitzen. Dieses Merkmal sollte außerdem mit freiem Auge ersichtlich sein (Judd, 2016). Durch das Zusammenlegen von mehreren Arten zu Gattungen, und im späteren Verlauf in Ordnungen, Klassen und Reiche, legte er den Grundstein für die hierarchischen Ebenen (Lecointre & Le Guyader, 2006).

3.2.3. Carl von Linné

Carl von Linné (auch Carolus Linnaeus; 1707 – 1778 n. Chr., Schweden), einer der bedeutendsten Botaniker der Geschichte, entwickelte schon in Kinderjahren seine Vorliebe für die Botanik. Bereits sein Vater Nils Ingemarsson Linnaeus war sehr an Pflanzen interessiert und wählte auch seinen Familiennamen dementsprechend aus: Linnaeus leitet sich aus der schwedischen Bezeichnung für Linde (*linn*) ab. Carl wurde im Alter von 50 Jahren geadelt: seither trug er den Namen „von Linné“ (Mägdefrau, 2013).

Leistungen:

Carl von Linné zog, im Gegensatz zu seinen Vorgängern, die Fortpflanzungsorgane der Pflanzen zur Klassifikation heran. Er schuf ein hierarchisch gegliedertes Sexualesystem, welches dem von Tournefort ähnlich war, und erweiterte es um Klassen und Ordnungen. Diese wurden in erster Linie nach Anzahl und Anordnung der Stamen, weiters nach der Anzahl der Narben und Griffel eingeteilt (Judd, 2016). In seinem 1735 veröffentlichten Buch „Systema Naturae“ stellte er erstmals sein entwickeltes System vor, und fügte über Jahre hinweg neu entdeckte Tier- und Pflanzenarten und Beschreibungen hinzu. (Mägdefrau, 2013).

Linné führte auch die binäre Nomenklatur (siehe 2.3) zur Benennung der Pflanzen- und Tierarten ein, die noch heute verwendet wird. Zuvor bestanden die Artnamen aus stichwortartigen Beschreibungen der Pflanze oder des Tieres.

Bauhin und Tournefort hatten zuvor den Arten bzw. den Gattungen sogenannte Diagnosen zugeschrieben, also Aufstellungen aller Merkmale, die charakteristisch für diese Taxa sind. Diese Diagnosen waren aber nicht vollständig oder eindeutig verständlich. Erst Linné definiert diese für Arten und Gattungen, welche nun aufgrund dieser Diagnosen eindeutig beschrieben werden konnten (Mägdefrau, 2013).

Erstmals verwendet er die binäre Nomenklatur durchgehend und konsequent in seinem botanischen Werk „Species Plantarum“ (1735), später auch in der 10. Auflage von „Systema Naturae“ (1758) für alle Tierarten. Somit wurden die früheren Namen, welche Beschreibungen der Pflanzen beinhalteten, durch kurze, eindeutig zuzuordnende Namen ersetzt (Mägdefrau, 2013).

Linné verfasste insgesamt über 20 Bücher, deren Erstauflagen in etwa 7000 Druckseiten umfassten und erweiterte sie stets um seine Forschungserkenntnisse (Mägdefrau, 2013).

3.3. Phylogenetische Herangehensweise

Bernard de Jussieu (1699 – 1776 n. Chr., Frankreich) und sein Neffe Antoine-Laurent de Jussieu (1748 – 1836 n. Chr., Frankreich) entwickelten ein neues Klassifizierungssystem der Pflanzen, wobei ein Taxon anhand von wenigen konstanten Merkmalen definiert wurde, die aber von allen Arten geteilt wurden. Antoine-Laurent beschrieb zudem in seinem Werk *Genera Plantarum* viele Familien und Gattungen, die er mit der neuen Betrachtungsweise der Merkmale zu einem natürlicher Pflanzensystematik ergänzte. Dieses von ihm entwickelte System löste das linnéische System ab (Judd, 2016; Lecointre & Le Guyader, 2006).

In weiterer Folge beschäftigten sich die Wissenschaftler damit, dieser neu entdeckten Klassifikation einen Sinn zu geben und die natürliche Ordnung nicht mehr als göttliche Fügung anzusehen (Lecointre & Le Guyader, 2006). Im 19. Jahrhundert widmeten sich die Forscher also hauptsächlich der Abstammungslehre. Ausgangspunkt war zudem die Fragestellung, ob sich Arten verändern können oder konstant bleiben (Mägdefrau, 2013).

Jean-Baptiste (Pierre Antoine de Monet Chevalier) de Lamarck (1744-1829 n. Chr., Frankreich) gab in seinem 1809 erschienenem Werk *Philosophie zoologique* eine erste Grundidee zur Vererbung von erworbenen Merkmalen an, die aufgrund äußerer Einflüsse entstanden sind (Lecointre & Le Guyader, 2006).

Charles Darwin (1809 – 1882 n. Chr., Großbritannien) versuchte die Frage nach den evolutionären Zusammenhängen und der Entstehung der Variationen von Arten mittels natürlicher Selektion zu erklären und legte somit den Grundstein für die phylogenetische Lehre (Lecointre & Le Guyader, 2006).

In den nächsten 100 Jahren folgten zahlreiche Versuche die Stammesgeschichte und Verwandtschaftsbeziehungen der Taxa zueinander zu klären und eindeutig darzustellen (Lecointre & Le Guyader, 2006).

3.3.1. Willi Hennig

Willi Hennig (1913 – 1976 n. Chr., Deutschland) gilt als Begründer der phylogenetischen Systematik, auch Kladistik genannt. 1950 spricht er zum ersten Mal von abgeleiteten und ursprünglichen Merkmalen und schafft es somit wissenschaftlich fundierte Stammbäume zu erstellen, die Aufschluss über die evolutionäre Stammesgeschichte und somit auch über die Verwandtschaftsbeziehungen liefern (Lecointre & Le Guyader, 2006).

3.3.2. Zeitraum 1950 – 2000:

In den 1950er Jahren entwickelte sich die phylogenetische Systematik mit dem Ziel ein natürliches System anhand aller Merkmale, die bezeichnend für ein Individuum sind, zu erstellen. Dieses sollte für eine möglichst große Zahl, wenn nicht für alle Organismen anwendbar sein. Zu dieser Zeit wurden auch computer-basierte Analysen immer populärer und viele Systematiker vertieften sich in das Studium der Phylogenie. In den späten 1970ern entwickelte sich die Erstellung von Stammbäumen weiterhin vom Sparsamkeitsprinzip hin zu molekular-basierten Analysen. Unter Einbeziehung der molekularen Daten ab den 90ern kam es in weiterer Folge zu einer radikalen Überarbeitung der Beziehungen der höheren Rangstufen. Vor allem die computerbasierten Daten haben seitdem einen sehr großen Einfluss in diesem Bereich. Die Folge war, dass die systematische Forschung kooperativer und einheitlicher in Bezug auf die angewandten Analysemethoden wurde (Stuessy, 2001).

3.3.3. Angiosperm Phylogeny Group

Die Angiosperm Phylogeny Group (APG), welche sich aus einer Gruppe von Experten zusammensetzt, beschäftigt sich mit der molekular-phylogenetischen Klassifikation der Ordnungen und Familien der Bedecktsamer. Es wird laufend durch neu erworbene Kenntnisse erweitert. Ein erstes System (APG I) wurde 1998 entwickelt, welches 2003 geringfügig geändert und ergänzt wurde (APG II). Eine erneute Aktualisierung erfolgte 2009 (APG III), die letzte fand 2016 statt (APG IV). Diese beinhaltet im Vergleich zur APG III u. a. fünf neue Ordnungen. Insgesamt sind von der APG IV 64 Ordnungen und 416 Familien der Angiospermen anerkannt (Chase et al., 2016).

4. Fachdidaktische Aspekte

4.1. Bedeutung der Systematik im Biologieunterricht - früher und heute

Bis zum Ende der 60er Jahre war in der Sekundarstufe I (vor allem im Gymnasium) der Biologieunterricht nach den Prinzipien der Systematik und Taxonomie ausgelegt. Auch in der Ausbildung der Lehrkräfte lag der Fokus auf der Systematik, weswegen viele (ältere) Lehrpersonen immer noch diesen Aspekt in ihrem Unterricht sehr stark thematisieren (Berck & Graf, 2018).

Allgemeinbiologische Themen wurden erst in der Sekundarstufe II behandelt (Eschenhagen et al., 2001).

Ein wesentlicher Vorteil dieser strengen systematisch-taxonomischen Betrachtungsweise (auch Strukturansatz genannt) liegt darin, dass die Themen des Biologieunterrichts in einer sinnvollen Abfolge behandelt werden können, was heute ein großes Problem darstellt (Berck & Graf, 2018). Zwar bekommen die Schüler und Schülerinnen einen Überblick über die vorherrschende Biodiversität, jedoch besteht die Gefahr, dass die strikte aneinandergereihte Abhandlung von Arten eintönig und fade werden kann (Killermann, Hierung & Starosta, 2013).

Nicht nur deswegen gilt der systematische-taxonomische Ansatz heute als veraltet, sondern auch weil allgemeinbiologische Themen und Kenntnisse kaum vermittelt werden. Deswegen wurde dieser im Laufe der Jahre besonders infolge von moderneren Forschungseinrichtungen und –erkenntnissen mehrmals überarbeitet (Eschenhagen et al., 2001).

Es folgte u. a. ein Strukturansatz der Allgemeinen Biologie. Die einzelnen Teilbereiche der Biologie werden nicht mehr getrennt voneinander behandelt, sondern mittels allgemeingültiger Gesetzmäßigkeiten der Lebewesen zur Allgemeinen Biologie zusammengefasst (Killermann et al., 2013).

Dabei werden die Ökologie, Physiologie, Vererbung, evolutionäre Entwicklungen usw. der Lebewesen betrachtet (Berck & Graf, 2018). Der wesentliche Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass der Stoff auf die verschiedenen Jahrgangsstufen aufgeteilt werden und wiederholt aufgegriffen werden kann.

Somit können leichter Zusammenhänge erkannt und fundamentale Kenntnisse leichter im Gedächtnis verankert werden. Auch fällt dadurch die Abhandlung einzelner Taxa und die Gefahr der Eintönigkeit weg (Killermann et al., 2013).

„Geblieben ist lediglich die Idee der Stoffanordnung entgegen der Evolutionshöhe, da sich diese aus lernpsychologischer Sicht bewährt hat“ (Killermann et al., 2013, S. 41).

Der heute vorherrschende Strukturansatz orientiert sich stark an dem der Allgemeinen Biologie, damit die Schüler und Schülerinnen bereits in der Sekundarstufe I einen Überblick über wichtige Aspekte der Biologie lernen (Berck & Graf, 2018). Zudem liegt der Fokus auf der ganzheitlichen Betrachtung der Biodiversität sowie auf der vertikalen und horizontalen Vernetzung der Lerninhalte. Bei der vertikalen Vernetzung werden die Inhalte so angeordnet und aufbereitet, dass das Wissen auf bereits vorhergegangenen Wissen aufbaut. Während bei der horizontalen Vernetzung eine fächerübergreifende Verknüpfung der Themen erfolgt (Killermann et al., 2013).

4.1.1. Artenkenntnisse und Orientierungswissen

Die Behandlung von zoologischen und botanischen Themen wird im Biologieunterricht keinesfalls als gesondertes Kapitel behandelt, sondern zieht sich durch die gesamte schulische Laufbahn und wird immer wieder aufgegriffen. Auch in der Allgemeinen Biologie (z. B. im Bereich der Ökologie) müssen Kenntnisse über die Tier- und Pflanzenarten erworben werden oder diese bilden die Voraussetzung für das bessere Verständnis von Lerninhalten (Berck & Graf, 2018).

Außerdem tragen Artenkenntnisse zur emotionalen Bereicherung der Schüler und Schülerinnen bei, welches wiederum wichtig für die Interessensbildung ist (Berck & Graf, 2018; siehe 4.2.2).

Mit Hilfe des exemplarischen Prinzips wird versucht die Fülle der Inhalte durch eine exemplarische Auswahl einzuschränken (Eschenhagen et al., 2001). Allerdings kann dieses exemplarische Prinzip aufgrund gravierender Nachteile nie für sich allein stehen.

Solche Nachteile wären, dass ausgehend von einem Beispiel keine allgemeingültigen Schlüsse gezogen werden können oder dadurch auch die Vielfalt des Lebendigen vernachlässigt werden kann. Es bedarf einer Ergänzung durch die Vermittlung von Orientierungswissen (Eschenhagen et al., 2001). Dieses ergänzt nun das Wissen über das Exemplum und weitet es auf ähnliche Lebewesen, Prozesse, Vorgänge etc. aus (Killermann et al., 2013). Folglich können erst dann allgemeingültige Aussagen getroffen werden. Auch beim Erfassen der Vielfalt der Lebewesen spielt das Orientierungswissen eine wesentliche Rolle, denn die Biodiversität wird den Schülern und Schülerinnen (alleine schon aus Zeitgründen) mit Hilfe exemplarischer Fälle und dem ergänzenden Orientierungswissen vermittelt (Killermann et al., 2013).

Obwohl Artenkenntnisse einen großen Stellenwert in der Biologiedidaktik einnehmen, sind diese laut Berck & Graf (2018) zu gering ausgebildet.

Die Methoden, um die Motivation für das Aneignen von Artenkenntnissen zu erhöhen, sind dieselben wie in 4.2.2. beschrieben.

Die Systematik bildet also das Fundament aller bisher entwickelten Strukturansätze und somit des Biologieunterrichts. Wie in 2.1. beschrieben, stellt die Systematik die Grundlage der Biologie dar, ohne deren Miteinbeziehung der Erkenntnisgewinn nicht gewährleistet wäre. Systematik dient als wichtige Voraussetzung, um (evolutionäre) Entwicklungen, Veränderungen der Umwelt und Abhängigkeiten bzw. das Zusammenwirken der Organismen zu verstehen.

Es ist lediglich ein Trend von der strikten und getrennten Abhandlung der Taxa hin zu einer zusammenhängenden und fächerübergreifenden Betrachtungsweise erkennbar, um allgemeinbiologische Konzepte besser erkennen und erfassen zu können.

4.1.2. Bedeutung von Begriffen

Berck & Graf (2018) nennen mehrere Gründe, die die Bedeutsamkeit der Vermittlung von Begriffen im Biologieunterricht hervorheben sollen:

Einerseits erleichtern Begriffe die Orientierung in der Welt ungemein und dienen als „[...] Grundeinheiten der Informationsspeicherung im menschlichen Gedächtnis [...]“ (S. 149).

Begriffe sind nicht nur in kognitiver Hinsicht wesentlich, auch in der Wissenschaft und v. a. in der Ergebnissicherung sind sie von großer Bedeutung. Denn Begriffe beschreiben neue Erkenntnisse und Entdeckungen (beispielsweise gab es vor Mendel den Begriff "Gen" noch nicht). Folglich sind die Begriffe nicht nur wichtig, um Phänomene der Biologie zu benennen, sondern sie auch zu verstehen. Das Begriffssystem der Biologen ist eines der umfangreichsten unserer Kultur, welches sich durch den steten Erkenntnisfortschritt laufend erweitert.

Aufgrund dieser Fülle und um eine Überforderung zu vermeiden, muss eine sinnvolle, gezielte und beschränkte Auswahl der zu vermittelnden Begriffe getroffen werden. Es sollte bei jedem Begriff auch bedacht werden, ob dieser zu den Basisbegriffen der Biologie gehört und infolgedessen unmissverständlich und exakt vermittelt und wiederholt werden (Berck & Graf, 2018).

Biologielehrer und -lehrerinnen stehen auch immer vor der Entscheidung Fachtermini oder Alltagsnamen zu verwenden. Biologische Fachbegriffe sollten dann verwendet werden, falls sie auch im Alltag allgemein (z. B. durch Tageszeitungen) verwendet werden. Beispiele wären Gen, Mutation, Antibiotikum. Selbiges gilt analog für Alltagsnamen. Falls diese allgemein angewendet werden, sollten sich auch die Biologielehrpersonen daran orientieren und diese verwenden. In jedem Fall sollten die deutschen Bezeichnungen dann vermieden werden, wenn es leicht zu Verwechslungen oder Fehlvorstellungen kommen kann. Lehrpersonen sollten demnach z. B. nicht von Schmarotzern, sondern von Parasiten sprechen, oder das Spermium nicht als Samen bezeichnen (Berck & Graf, 2018).

4.1.3. Wie Schüler und Schülerinnen Pflanzen ordnen

Krüger & Burmester (2005) untersuchten nach welchen Kriterien Schüler und Schülerinnen vier verschiedener Jahrgangsstufen eine Klassifikation von Pflanzen vornehmen. Die Schüler und Schülerinnen mussten drei verschiedene Aufgabenstellungen via Fragebogen lösen:

In der ersten Aufgabe mussten sie Pflanzenbilder und eine Wortliste von Pflanzen frei ordnen und die daraus entstandenen Gruppen selbst benennen.

Die zweite Aufgabe gab Gruppen bestehend aus je fünf Pflanzen vor, wobei eine Pflanze aus taxonomischen Gründen aussortiert werden konnte. Zudem beinhaltete jede Gruppe eine Pflanze, die zwar in ihren taxonomischen Eigenschaften der Gruppe zugeordnet werden konnte, sich allerdings in ihrer Morphologie, Habitat oder Nützlichkeit von den anderen unterschied. Die Schüler und Schülerinnen mussten eine Pflanze aussortieren und ihre Auswahl begründen.

In der letzten Aufgabe waren drei Pflanzen vorgegeben, zu denen die Schüler und Schülerinnen eine von zwei weiteren Pflanzen zuordnen und dies begründen mussten.

Krüger & Burmester (2005) kamen zu dem Ergebnis, dass die Schüler und Schülerinnen Pflanzen primär nach morphologischen Kriterien, die in der Studie in die Kategorien Wuchsform, Blattform und Merkmal eingeteilt wurden, klassifizieren. Weiters ordnen die Schüler und Schülerinnen die Pflanzen nach ihrer Nützlichkeit, wobei hierbei die Ernährung eine wichtige Rolle spielt, ebenso wie nach dem Lebensraum der Pflanze. Systematik und systematische Kriterien und Methoden (wie die vergleichende Methode) sind ohne Belang und den Schülern und Schülerinnen unbekannt.

Bedeutung für den Unterricht

Krüger & Burmester (2005) sprechen sich dafür aus, an die morphologisch geprägte Klassifikation der Schüler und Schülerinnen anzuschließen und zu den taxonomischen Ordnungsprinzipien der Systematik hinzuführen. Sie weisen auch darauf hin, dass Schülern und Schülerinnen das Erlernen und Ordnen von systematischen Methoden und Vorgehensweisen mit Pflanzen leichter fällt als mit Tieren. Weswegen es im Biologieunterricht von Vorteil wäre, dies zu berücksichtigen und mit den Pflanzen zu beginnen.

Außerdem können kognitiven Konflikte, die bei der Aufklärung über die Unterschiede der wissenschaftlichen Klassifikation und der lebensweltlichen Alltagserfahrungen entstehen können, zu einem gesteigerten Interesse der Schüler und Schülerinnen führen.

4.2. Stand der Forschung zum schulischen Interesse an Pflanzen

Wandersee & Schussler (2001) beschreiben mit dem Begriff Plant Blindness die Tatsache, dass Schüler und Schülerinnen (aber auch Erwachsene) Pflanzen in ihrer Umgebung und in ihrem Alltag kaum bis gar nicht wahrnehmen. Infolgedessen fällt auch ihr Interesse an den Pflanzen, verglichen mit den Tieren, relativ gering aus (Killermann et al., 2013; Wandersee & Schussler, 2001).

Sanders (2019) führt als Beispiel einen Biologiestudenten an, der, obwohl er in seinem Studium permanent mit Pflanzen konfrontiert wird, diese in seinem Alltag nicht bewusst wahrnimmt. Sanders (2019) führt dies auf die Tatsache zurück, dass sich Pflanzen nur sehr langsam verändern bzw. jeden Tag gleich aussehen und an derselben Stelle zu finden sind, was sie weniger interessant und leicht übersehbar macht. Außerdem begünstigt eine Überrepräsentation von Tieren die Nicht-Wahrnehmung von Pflanzen (Sanders, 2019).

Berck & Graf (2018, S. 97) verweisen diesbezüglich auf eine Untersuchung von Löwe (1992), in welcher rund 1000 Schüler und Schülerinnen zweier deutscher Schulen in Brandenburg bzw. Baden - Württemberg untersucht wurden. In Abbildung 3 ist deutlich zu erkennen, dass das Interesse der Schüler und Schülerinnen an der Zoologie höher ist als an der Botanik.

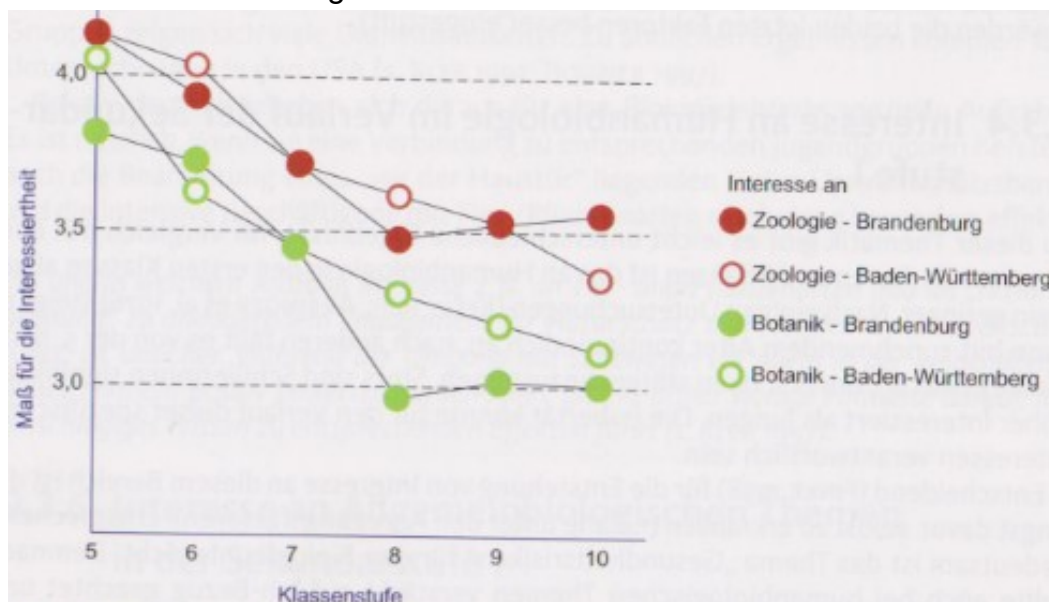


Abbildung 3: Verlauf der pflanzenkundlichen und tierkundlichen Interessen brandenburgischer und baden-württembergischer Schüler und Schülerinnen (Berck & Graf, 2018, S. 143)

Zwar interessieren sich Mädchen mehr für botanische Inhalte als ihre männlichen Mitschüler, dennoch gaben bei einer Studie von Wandersee im Jahre 1998 nur 7% von 300 befragten Schülern und Schülerinnen an sich für Pflanzen zu interessieren (Berck & Graf, 2018).

Generell nimmt das Interesse von Kindern an der Biologie besonders in der Schulzeit deutlich ab. Während sich Kleinkinder und Vorschulkinder noch sehr für ihre Umgebung und deren Bewohner begeistern, sinkt ab dem 6. Schuljahr das Interesse sogar so stark, dass von einem Interessensverfall gesprochen werden kann. Dies hängt vermutlich mit dem Beginn des Fachunterrichts zusammen (Pany & Heidinger, 2015). Am Ende der Sekundarstufe I kann aber das Interesse der Schüler und Schülerinnen wieder steigen (Eschenhagen et al., 2001).

4.2.1. Motivation und Interesse

Motivationen werden von Killermann et al. (2013) als "Beweggründe menschlichen Handelns" (S. 64) bezeichnet. Es wird hierbei zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterschieden (Eschenhagen et al., 2001).

Die extrinsische Motivation wird durch äußere Faktoren wie Prüfungen, Zensuren, Ängste, Lob oder Belohnung bestimmt, während bei der intrinsischen Motivation die Neugier sowie der innere Wille und die Lernbereitschaft des Schülers bzw. der Schülerin ausschlaggebend sind (Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013).

Eschenhagen et al. (2001) sprechen davon, dass viele Pädagogen darauf abzielen, die intrinsische Motivation anzusprechen. Killermann et al. (2013) sprechen sich für eine Kombination aus beiden Motivierungen aus, da die extrinsische zum Einsatz kommen sollte, wenn eine intrinsische Motivation nicht vorhanden ist.

Die einzelnen Beweggründe der Motivation werden als Motive bezeichnet. Wenn sich diese nun auf Sachverhalte beziehen, handelt es sich um Interesse (Killermann et al., 2013).

Berck & Graf (2018) betonen, dass Interesse essentiell für den gewinnbringenden Lernerfolg im Biologieunterricht ist.

Die Interessensförderung sollte demnach im Vordergrund stehen, wobei es von Vorteil ist, früh damit zu beginnen, denn die frühe Auseinandersetzung mit Pflanzen kann sich positiv auf die Einstellungen der Schüler und Schülerinnen auswirken (Killermann et al., 2013).

4.2.2. Interesse wecken

Die Frage wie Interesse entsteht ist noch immer nicht gänzlich geklärt. Auch gibt es keine Gewissheit dafür, ob die Schüler und Schülerinnen bei perfekt inszenierten Lernarrangements tatsächlich Interesse entwickeln (Killermann et al., 2013).

Killermann et al. (2013) verweisen darauf, dass mangelndes Interesse durch eine „unzureichende Naturbegegnung im Alltag“ (S. 256) hervorgehen kann.

Eine Herangehensweise Interesse zu wecken wäre demnach die bewusste Auseinandersetzung und vor allem auch die emotionale Begegnung mit Pflanzen (Killermann et al., 2013). Wie bereits erwähnt, können Diskussionen oder kognitive Konflikte zur emotionalen Auseinandersetzung beitragen.

Weiters fördern außerschulische Lernorte dieses unmittelbare Naturerleben und spielen daher nicht nur in der Umwelterziehung eine wichtige Rolle (Eschenhagen et al., 2001). Exkursionen in die Natur wirken sich außerdem positiv auf die Entstehung von Arteninteressen aus (Berck & Graf, 2018).

Zu diesen außerschulischen Standorten zählen Schulgärten, botanische Gärten, Tierparks, naturkundliche Museen, aber auch Nationalparks und Naturschutzgebiete sowie schulnahe Wälder, Wiesen, Biotop etc. (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001).

Ein anderer Ansatzpunkt geht davon aus, dass (Fach-)Wissen bedeutsam für das Entstehen von Interesse ist (Berck & Graf, 2018).

Dieses kann ebenfalls an außerschulischen Lernorten erworben werden, wobei der Großteil des Biologieunterrichts im Klassenzimmer bzw. im Fachraum stattfindet (Eschenhagen et al., 2001). Trotz der Digitalisierung und Verwendung neuer Medien, bleibt das Schulbuch unter diesen Rahmenbedingungen/Kontext ein vorerst wichtiges Medium zur Vermittlung biologischer Inhalte (Eschenhagen et al.; siehe 4.3.).

4.3. Schulbuch

4.3.1. Definition und Bedeutung

Schulbücher sind Unterrichtsmedien und dienen zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte im Unterricht (Eschenhagen et al., 2001).

Viele Lehrpersonen nutzen zudem Schulbücher als Unterstützung für ihre Unterrichtsplanung und –gliederung. Dies gilt auch für Lehrerinnen und Lehrer, die Schulbücher nicht regelmäßig in ihrem Unterricht einsetzen. Vor allem für Lehrpersonen, die fachfremd Biologie unterrichten, dient das Schulbuch als essentielle Quelle, um sich biologisches Wissen anzueignen (Berck & Graf, 2018). Dass das Schulbuch auch oft eigene Vorbereitungen bzw. Ausrichtungen des Unterrichts zur Gänze ersetzt, wird aber von Berck & Graf (2018) als kritisch empfunden. Zum einen aufgrund der steten neuen Kenntnisse im Bereich der Biologie, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Schulbuches eventuell noch nicht bekannt waren, zum anderen deshalb, weil ein Bezug auf aktuelle Themen der Umwelt von Schülern und Schülerinnen hergestellt werden sollte.

Gegenüber anderen Büchern unterscheiden sie sich „[...] durch einen hohen Anteil an Abbildungen, Arbeitsanleitungen und die Lehrerbegleittexte“ (Eschenhagen et al., 2001, S. 356) und können in Bezug auf ihre Textsorte im Bereich zwischen wissenschaftlichem Fachbuch und Sachbuch eingeordnet werden (Wiater, 2003).

Laut Eschenhagen et al. (2001) ist die Bedeutung von Schulbüchern im Biologieunterricht wesentlich größer als jene der anderen verwendeten Medien. Nicht allein aufgrund seiner hohen Verfügbarkeit, sondern auch deshalb, weil Schulbücher vor ihrer Veröffentlichung approbiert werden müssen. Das bedeutet, sie durchlaufen ein staatliches Zulassungsverfahren, in welchem sie von Organen der zuständigen Ministerien, sei dies eine Kommission oder Einzelpersonen, begutachtet und genehmigt werden. Dies ist u. a. deshalb notwendig, um zu überprüfen, ob die Inhalte der Schulbücher mit den Lehrplänen übereinstimmen (Eschenhagen et al., 2001).

Außerdem werden sie auf den neuesten Stand der Forschung, sowohl im fachdidaktischen als auch im wissenschaftlichen Bereich überprüft, sowie auf

Verfassungs- und Gesetzeskonformität. Zudem kann das Schulbuch keinesfalls nur als Ergebnis fachdidaktischer Überlegungen angesehen werden. Auch politische und pädagogische Kontexte spielen beim Schulbuch eine wesentliche Rolle (Wiater, 2003).

„Das Schulbuch ist also ein indirektes Mittel der staatlichen Beeinflussung des Schulwesens“ (Wiater, 2003, S. 13).

4.3.2. Typen von Biologie-Schulbüchern

Nicht nur der Biologieunterricht änderte sich im Laufe der Zeit, der Umschwung von streng taxonomischen Lehren über die Allgemein Biologie ist auch in den Biologiebüchern erkennbar.

Laut Eschenhagen et al. (2001) können daher im Biologieunterricht mehrere Typen von Schulbüchern unterschieden werden. Zu ihnen gehört z. B. der „systematisch-morphologische“ Typ, der vor allem in den 70er Jahren in vielen Schulen zu finden war. Er bezieht sich stark auf die botanische und zoologische Systematik, wodurch allerdings ökologische und andere wichtige Zusammenhänge vernachlässigt werden.

Auch der „Lebensraum“ Typ vernachlässigt viele wichtige Aspekte der Allgemeinen Biologie und konnte sich nicht auf Dauer bewähren.

Heute ist vorwiegend der „Kennzeichen-des-Lebendigen“ Typ in vielen Schulen anzutreffen. Dieser orientiert sich stark nach den Konzepten der Allgemeinen Biologie (Eschenhagen et al., 2001).

Die Wende ging also, analog zu den Strukturansätzen, von der straffen theoretischen Systematik weg, hin zum allumfassenden Verständnis biologischer Organismen und deren Vorgängen und Wechselwirkungen.

4.3.3. Schulbuchforschung

Aufgrund des eben erläuterten hohen Stellenwertes, den Schulbücher einnehmen, ist die fortwährende Analyse und Sicherstellung der Qualität von Schulbüchern unerlässlich. Die daraus resultierende Kritik, komme diese von Seiten der Lehrpersonen, Lehrer bzw. Lehrerinnen, Schüler bzw. Schülerinnen oder aus wissenschaftlichen Erhebungen, sollte immer ernst genommen werden (Olechowski, 1995).

Allerdings finden sich in der Literatur viele Vorschläge für die Schulbuchanalyse (Eschenhagen et al., 2001), eine allgemein gültige Methode gibt es aufgrund der Fülle an Kriterien, die ein Schulbuch zu erfüllen hat, nicht (Weinbrenner, 1995).

Flick et al. (2017) empfehlen daher eine Triangulation, also eine Anwendung von mehreren Methoden auf den zu untersuchenden Gegenstand.

5. Materialien und Methode

In diesem Abschnitt wird zuerst auf die Auswahl des geeigneten Untersuchungsmaterials eingegangen (siehe 5.1). Weiters wird die dafür verwendete Analysemethode beschrieben (5.2).

5.1. Auswahl des Untersuchungsmaterials

Es wurden drei verschiedene Biologieschulbücher analysiert. Aufgrund der Lehrplanbestimmung wurden zwei Lehrbücher für die 7. Klasse AHS ausgewählt. Da in der 7. Klasse AHS aber nur in den Realgymnasien Biologieunterricht stattfindet, wurde auch ein Buch für die 8. Klasse AHS untersucht, da dort das Thema "Systematik" im Kapitel "Evolution" behandelt wird. Es handelt sich bei allen drei Exemplaren um approbierte Schulbücher.

Ein wichtiges Auswahlkriterium war außerdem die Aktualität, weswegen nur Schulbücher gewählt wurden, die nach 2012 publiziert wurden. Für die Schulbücher der 7. Klasse AHS erfolgte eine randomisierte Auswahl aus dem vorhandenen Angebot der Fachbereichsbibliothek Biologie:

- Hofer H. & Hofer E. (2012). Biologie 7. Wien: E. Dörner.
- Fischer, B., Fleck, M. & Simon U.K. (2018). am Puls Biologie 7. Wien: Öbv.

In Anlehnung an die Diplomarbeit von Ana Antúnez Sáez wurde aufgrund seiner Popularität als drittes Buch folgendes Werk ausgewählt:

- Schermaier, A. & Weisl, H. (2019). bio@school 8. Linz: Veritas.

5.2. Auswahl der Analysemethoden

Wie bereits im Kapitel Schulbuchforschung erwähnt, gibt es keine einheitliche, allgemein gültige Methode um Schulbücher zu analysieren (Weinbrenner, 1995). Es wurde daher eine eigene Methode entwickelt, welche sich an der von Windisch (2016) entwickelten Methode orientiert hat.

In dieser bezieht er sich vorwiegend auf qualitative Methoden, welche durch quantitative Parameter ergänzt wurden und nimmt Bezug auf folgende Analysemethoden:

- Strukturierende Inhaltsanalyse nach Mayring (2015)
- Kontextanalyse nach Markom und Weinhäupl (2007)
- The Criteria for Evaluating the quality of the Science Textbooks nach Devetak und Vogrinc (2013)

Die Methode dieser Diplomarbeit basiert ebenfalls auf der strukturierenden Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) und der Kontextanalyse nach Markom und Weinhäupl (2007), wobei auch die Beurteilungskriterien von Biologie-Schulbücher nach Berck & Graf (2018) miteinbezogen wurden.

6. Theoretische Hintergründe der Analysemethode

In diesem Abschnitt werden die theoretischen Hintergründe der angewandten Methoden beschrieben.

6.1. Strukturierende Inhaltsanalyse (Mayring, 2015)

Die strukturierende Inhaltsanalyse ist der Methode der qualitativen Inhaltsanalyse zuzuordnen, die auf die Analyse von Kommunikationsmaterial, sei dies in Form Texten, Ton-, Bild- oder plastischem Material, abzielt.

Dabei wird systematisch nach vorher formulierten und festgelegten Regeln vorgegangen, welches die Nachvollziehbarkeit und Überprüfbarkeit gewährleisten sollen. Die einzelnen Schritte der Analyse orientieren sich an theoretischen Überlegungen, und die Ergebnisse werden dementsprechend interpretiert (Mayring, 2015).

Die qualitative Inhaltsanalyse ist eine schlussfolgernde Methode: "Sie will durch Aussagen über das zu analysierende Material Rückschlüsse auf bestimmte Aspekte der Kommunikation ziehen" (Mayring, 2015, S. 13).

Die qualitative Inhaltsanalyse stößt allerdings auch auf ihre Grenzen. Bei sehr offenen Fragestellungen, an denen die Anwendung dieser Systematik nicht geeignet erscheint, gelten andere Verfahren als aussagekräftiger (Mayring, 2015).

Die strukturierende Inhaltsanalyse filtert anhand eines Kategoriensystems bestimmte Strukturen aus dem Kommunikationsmaterial. Dadurch ergibt sich ein Überblick bzw. Querschnitt durch das vorhandene Kommunikationsmaterial. Die Kategorien sind theoriegeleitet und müssen genau definiert werden. Konkrete Textstellen, sog. Ankerbeispiele, dienen als Beispiele für die jeweiligen Kategorien. Außerdem werden Codierregeln festgelegt, die eine eindeutige Zuordnung ermöglichen sollen (Mayring, 2015).

Mayring (2015) beschreibt das eben beschriebene Vorgehensweise mittels einem Ablaufmodell in acht Schritten (S. 93):

- “1. Bestimmung der Analyseeinheiten
2. Festlegung der Strukturierungsdimensionen (theoriegeleitet)
3. Bestimmung der Ausprägungen (theoriegeleitet)
Zusammenstellung des Categoriesystems
4. Formulierung von Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln zu den einzelnen Kategorien
5. Materialdurchlauf: Fundstellenbezeichnung
6. Materialdurchlauf: Bearbeitung und Extraktion der Fundstellen
7. Überarbeitung, gegebenenfalls Revision von Kategoriensystem und Kategoriendefinition
8. Ergebnisaufbereitung”.

6.2. Kontextanalyse (Markom & Weinhäupl, 2007)

Markom & Weinhäupl (2007) beschäftigten sich mit der kritischen Analyse von Schulbüchern, die aus zwei wesentlichen Schritten besteht: Im ersten Schritt wird eine Kontextanalyse durchgeführt, welche sich mit dem Entstehungskontext des Schulbuches befasst, danach folgt eine Feinanalyse des Materials.

Markom & Weinhäupl (2007) empfehlen außerdem bei der Schulbuchanalyse die ersten Eindrücke festzuhalten, danach eine sachliche Beschreibung durchzuführen und schlussendlich die Inhalte bei der Feinanalyse zu interpretieren.

Folgende Schritte der Kontextanalyse wurden für die hier durchgeführte Schulbuchanalyse nach Markom und Weinhäupl (2007) übernommen:

- Kontext des Schulbuches:
 - Verlag, Approbation, Lehrplan
 - Publikationsjahr
 - Zielgruppe
 - Anführung von weiterführenden Quellen

- Gestaltung des Schulbuches:
 - Textlayout
 - Graphische Gestaltung
- AutorInnen:
 - Hintergrundinformationen zu den AutorInnen
 - Kritische Betrachtungsweise des Wissens
- Inhalte:
 - Aktualität
 - Komplexität und Verständlichkeit der Sprache
 - Angebot an Zusatzinformationen oder weitere Quellen

6.3. Beurteilungskriterien von Biologie-Schulbücher (Berck & Graf, 2018)

Berck & Graf (2018) geben folgende Beurteilungskriterien an, die im Folgenden näher erläutert und zum Teil durch (Eschenhagen et al., 2001) ergänzt werden:

- Grundansatz
- Fachliches
- Ideologien
- Abbildungen
- Lesbarkeit
- Hausaufgaben
- Inhaltsverzeichnis
- Lehrerband

1. Grundansatz

Der gewählte und praktizierte Strukturansatz des Unterrichts sollte mit dem entsprechenden Typen von Schulbuch übereinstimmen und sich darin widerspiegeln. Zudem sollte das Schulbuch nach dem aktuellen Lehrplan ausgerichtet sein (Berck & Graf, 2018).

2. Fachliches

- Die Sachrichtigkeit spielt eine zentrale Rolle in Schulbüchern. Immer wieder sind in Schulbüchern, vor allem in Erstaufgaben, Ungenauigkeiten und Fehler zu finden (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001). Allerdings ist es nicht immer einfach zu beurteilen, was unter Sachrichtigkeit fällt. Besonders in den niedrigen Jahrgangsstufen, in denen die sinnvolle didaktische Reduktion relevant ist, verschwimmen die Grenze zwischen „vereinfacht“ und „falsch“ sehr leicht (Eschenhagen et al., 2001).
- Auch die Verwendung und Eingrenzung der Fachtermini ist wesentlich (Berck & Graf, 2018). Untersuchungen ergaben, dass Biologie-Schulbücher verglichen mit anderen Fächern viel mehr fachwissenschaftliche Begriffe enthalten, die zur Überforderung des Schülers bzw. der Schülerin führen können (Eschenhagen et al., 2001). Die Anzahl der Begriffe im Buch und speziell auf einer Seite darf daher nicht zu groß sein. Wichtige Begriffe sollten öfters wiederholt und zudem auch mit Hilfe von Abbildungen erklärt werden, während auf unwichtige Begriffe verzichtet werden kann. Außerdem sollte ein einmal eingeführter Fachterminus konsequent im gesamten Werk verwendet werden (Berck & Graf, 2018). Wünschenswert wäre die Erarbeitung und Beherrschung eines Grundwortschatzes, der für die biologische Grundbildung notwendig ist (Eschenhagen et al., 2001).
- Im Feld der biologischen Forschung sollte nachvollziehbar dargestellt sein, wie Biologen zu ihren Erkenntnissen gelangen. In Schulbüchern sollten verschiedenen Arbeitsweisen, Hypothesenbildungen, Methodenfindung, Quellen usw. erläutert werden (Berck & Graf, 2018).
- Wesentlich ist die Verknüpfung der Allgemeinen Biologie mit alltagsbezogenen Themen (Berck & Graf, 2018).

3. Ideologien

Die im Schulbuch enthaltenen Ideologien, wie z. B. geschlechterspezifische Rollenverteilungen und politischen Inhalte, z. B. Natur- und Umweltschutz, müssen ebenfalls darauf überprüft werden, wie sie in Schulbüchern dargestellt werden (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001).

4. Abbildungen

Abbildungen sollten in erster Linie dazu dienen, die Textverständlichkeit, Motivation und den Lernerfolg zu erhöhen (Eschenhagen et al., 2001).

Es gilt mehrere Faktoren zu prüfen, etwa ob die Anzahl der Abbildungen angemessen ist, ob verschiedene Typen verwendet werden und ob diese aussagekräftig sind (Eschenhagen et al., 2001), oder auch, ob die Abbildungen für die Schüler und Schülerinnen verständlich sind, ob im Text auf die Bilder verwiesen wird, ob korrekte Legenden vorhanden sind oder ob sie genügend groß sind (Berck & Graf, 2018).

Berck & Graf (2018) kritisieren die Verwendung von Comics oder Skizzen in den Schulbüchern, die meist keine biologische Aussagekraft besitzen und die oben erwähnten Punkte nicht erfüllen. Ebenso verweisen sie darauf, dass in Schulbüchern vermehrt "offene Bilder" vorkommen. Diese vermitteln im Gegensatz zu "geschlossenen Bildern" nicht nur Informationen, sie laden v. a. zu Diskussionen und zur Kommunikation ein (Berck & Graf, 2018).

5. Lesbarkeit

Der im Schulbuch vorkommende Text sollte für Schüler und Schülerinnen leicht verständlich sein. Die Verständlichkeit lässt sich anhand der Merkmale Einfachheit, Gliederung-Ordnung, Kürze-Prägnanz und anregende Zusätze überprüfen (Eschenhagen et al., 2001).

Die Satzlängen sollten für Kinder der 4./5. Klassen zwischen 8 – 10 Wörter lang sein, für Schüler und Schülerinnen der 10. Klasse zwischen 15 – 25 Wörter.

Der Text sollte zudem gut gegliedert und zusammenhängend sein, Wesentliches soll leicht von Unwesentlichem unterschieden werden können (Berck & Graf, 2018).

6. Hausaufgaben

Die gestellten Aufgaben müssen auf ihren Lerneffekt, ihre Durchführbar- und Lösbarkeit geprüft werden (Berck & Graf, 2018).

Aufgaben sollten die Schüler und Schülerinnen ebenso zur Selbständigkeit anregen. Allerdings sind viele Aufgaben ohne Hilfestellungen der Lehrperson meist nicht durchführbar. Die Aufgabenstellungen sollten zudem präzise und motivierend

formuliert sein und der Aufwand der Schüler und Schülerinnen sollte in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen stehen (Eschenhagen et al., 2001).

7. Inhaltsverzeichnis

Das Inhalts- bzw. Stichwortverzeichnis sollte alle wichtigen Aspekte enthalten (Berck & Graf, 2018).

8. Lehrerband

Ein gutes Schulbuch kennzeichnet sich durch das Vorhandensein von didaktisch-methodischen Hilfestellungen aus, sei dies in Form von spezieller Literatur, Experimenten oder Ideen zum Anwendungsbezug (Berck & Graf, 2018). Ebenso sollte der Schulbuchaufbau und die didaktische Konzeption erläutert werden (Eschenhagen et al., 2001).

7. Analyseschema

Jedes der drei ausgewählten Biologie-Schulbücher wurde anhand der folgenden Schritte analysiert:

1. Analyse der Eckdaten
2. Inhaltsanalyse
3. Lehrplanbezug
4. Fachdidaktische Vermittlung

7.1. Analyse der Eckdaten

Es werden allgemeine Informationen zu den Schulbüchern erhoben (Markom & Weinhäupl, 2007). Hierzu zählen:

- Titel des Schulbuchs
- Namen der Autoren und Autorinnen
- Publikationsjahr und Auflage

- Verlag und Ort
- Vorhandensein von Inhalts-, Literatur- und Stichwortverzeichnis sowie Sachregister bzw. Bildnachweise
- Cover des Buches

7.2. Inhaltsanalyse

Die Schulbücher werden nach der qualitativen Inhaltsanalyse von Mayring (2015) (siehe 6.1.) und in Anlehnung an die Arbeiten von Sáez und Windisch nach folgenden Aspekten analysiert:

i) Analyse des Umfangs botanischer Inhalte

Welchen Umfang nehmen botanische Inhalte im gesamten Schulbuch ein?
Welchen Anteil nehmen zoologische Themen im Vergleich dazu ein?

ii) Analyse Systematik:

Darstellung von (botanischer) Systematik:

- Kommt dieser Begriff vor, wenn ja wie oft und wird er näher definiert?
- Welcher Strukturansatz herrscht vor – streng taxonomischer Ansatz oder werden Zusammenhänge zur Ökologie bzw. Allgemeinen Biologie gegeben?
- Wird die Systematik als eigenständige Wissenschaft dargestellt oder als Teil anderer Disziplinen?
- Nach welchen Kriterien werden Klassifikationen durchgeführt?
- Werden unterschiedliche systematische Methoden erläutert?
- Wie werden Verwandtschaftsverhältnisse dargestellt? Nach welchem Prinzip werden diese erstellt? Werden phylogenetische Stammbäume verwendet bzw. wird ihre Funktion näher erläutert? Gibt es dazu passende Abbildungen?
- Werden Phänomene erläutert, die zu Veränderungen in der Systematik führen können?
- Wird auf die Wissenschaftsgeschichte eingegangen?
- Werden Pflanzen oder Tiere (zur Einführung in die Klassifikationskriterien) verwendet?
- Welcher Artbegriff wird verwendet?

- Werden natürliche / künstliche Systeme erwähnt / erläutert?

Darstellung von Taxonomie:

- Kommt dieser Begriff vor? Wenn ja wie oft und wird er näher definiert?
- Wird auf die Darstellung und Bedeutung von Taxa in phylogenetischen Stammbäumen eingegangen? Werden weiters ihre Verwandtschaftsbeziehungen näher erläutert?
- Auf welche bisher entwickelten Systeme wird eingegangen bzw. welches wird im Buch verwendet?

Darstellung Nomenklatur:

- Kommt dieser Begriff vor? Wenn ja wie oft und wird er näher definiert?
- Wird hierbei direkt oder indirekt auf Linné verwiesen?
- Wird direkt oder indirekt auf die Kriterien der ICN zur Festlegung wissenschaftlicher Namen eingegangen?

7.3. Lehrplanbezug

Es soll überprüft werden, ob die botanischen Inhalte mit dem Lehrplan und dessen Zielen übereinstimmen bzw. sich danach orientieren. Im Lehrplan des Unterrichtsfachs Biologie und Umweltkunde der allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) kommt das Thema (botanische) Systematik in folgenden Zusammenhängen vor (Rechtsinformationssystem des Bundes – Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, 2019):

Lerninhalte der 7. Klasse AHS:

- *Entstehung und Ordnung biologischer Vielfalt*
- *Systematik und Taxonomie*

Aufgrund der Tatsache, dass Biologieunterricht, wenn dann nur in den 7. Klassen der Realgymnasien stattfindet, und die phylogenetische Systematik Aufschluss über

evolutionäre Zusammenhänge gibt (siehe 2.1.2), und somit als wesentlich für die Auseinandersetzung mit evolutionären Vorgängen angesehen werden kann, werden auch folgende Lerninhalte der 8. Klasse AHS betrachtet:

- *Evolution als Basis für die Vielfalt der Organismen und für den Wandel von Ökosystemen, Organen und zellulären Strukturen.*

Zudem zählt zu den Basiskonzepten der Biologie (Rechtsinformationssystem des Bundes, 2019):

- “Variabilität, Verwandtschaft, Geschichte und Evolution”, diese helfen u. a. beim Verständnis über die Vielfalt der Organismen, Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Lebewesen, Evolutionsprozessen und Veränderlichkeit durch Evolution.

Solche Basiskonzepte sollen das Erkennen grundlegender Muster der Biologie erleichtern.

Außerdem beinhalten die Bildungs- und Lehraufgaben der Oberstufe in den Bildungsbereichen Natur und Technik die Vernetzung belebter Systeme, so wie Artenkenntnis und Artenschutz.

7.4. Fachdidaktische Vermittlung

Es wird die fachdidaktische Vermittlung von botanischer Systematik und alle damit zusammenhängenden Themen in den Schulbüchern analysiert. Die Kriterien, die dazu verwendet wurden, beziehen sich auf die Beurteilungskriterien von Berck & Graf (2018) (siehe 6.3) sowie auf die Theorien und Erkenntnisse, die im Kapitel fachdidaktische Forschung (siehe Kapitel 4) ausgearbeitet wurden:

- a) Auf die Bedeutung / den Stellenwert der Systematik im Biologieunterricht wird direkt / indirekt Bezug genommen (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al. 2001; siehe 4.1).

- b) Auf die Bedeutung / den Stellenwert über exemplarische Artenkenntnisse und ergänzendem Orientierungswissen wird eingegangen (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al. 2001; Killermann et al., 2013, siehe 4.1.1).
- c) Auf die Bedeutsamkeit der Vermittlung von Begriffen wird direkt / indirekt eingegangen (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al. 2001; siehe 4.1.2):
 - c1) Es wird analysiert, welche Begriffe der Systematik eingeführt und ob diese konsequent verwendet werden.
 - c2) Die Sachrichtigkeit der verwendeten Begriffe wird überprüft.
 - c3) Die sinnvolle Verwendung von Fachtermini / Alltagsnamen wird analysiert.
 - c4) Die sinnvolle Begrenzung der Anzahl an verwendeten Begriffen muss gewährleistet sein.
- d) Eine Verknüpfung und emotionale Begegnung mit Pflanzen durch alltagsbezogene Themen ist gegeben (Berck & Graf, 2018; Killermann et al., 2013)
- e) Zur Heranführung an systematische Methoden zur Klassifikation von Organismen wird an morphologischen Ordnungsprinzipien angeknüpft und durch taxonomische Kriterien erweitert. Diese werden anhand von Pflanzen eingeführt (Krüger & Burmester, 2005).
- f) Es wird die Verwendung und Anzahl von (geschlossenen / offenen) Abbildungen analysiert. Ebenso werden Verständlichkeit, Beschriftungen, Größe, Textbezug und Typenvielfalt analysiert (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001).
- g) Vorhandene Aufgabenstellungen, die zum selbstständigen Arbeiten anregen sollen, sind gegeben. Diese sind eindeutig und nachvollziehbar formuliert (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001).
- h) Es werden weiterführende Quellen (z. B. Internetquellen) angegeben (Markom & Weinhäupl, 2007).

8. Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Schulbuchanalyse, die mittels der in Kapitel 5 erläuterten Methode untersucht wurden, dargestellt.

8.1. Ergebnisse der Analyse des Schulbuchs „Biologie 7“

8.1.1. Allgemeine Informationen

Das Buch „Biologie 7“ (Hofer & Hofer, 2012) vom E. Dorner Verlag erstmals 2007 veröffentlicht, ist durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2006 für den Unterrichtsgebrauch an allgemeinbildenden höheren Schulen zugelassen worden. Es handelt sich hierbei um die 2012 erschienen 4. Auflage.

Hans Hofer studierte die Lehrämter Biologie, Physik und Chemie und unterrichtet an der Pädagogischen Hochschule Tirol und ebenso an der Praxishauptschule in Innsbruck. Er leistete zahlreiche bedeutende Beiträge im Bereich der fachdidaktischen Forschung. Als Schulbuchautor verfasste er gemeinsam mit seiner Frau die Serie „Biologie“ für die Oberstufe in 4 Bänden. (Westermann, 2019) Elfe Hofer ist ausgebildete Diplomlogopädin und Psychotherapeutin und ebenfalls in Innsbruck tätig (Club-Carriere, 2019).

Biologie 7	
Autor(en)	Hofer Hans, Hofer Elfe
Verlag	E. Dorner
Ort	Wien
Auflage und Publikationsjahr	3. Auflage (2012)
ISBN	978-3-7055-0630-5
Seitenzahl	152

Tabelle 1: Übersicht über die Eckdaten des Schulbuches „Biologie 7“

Zu Beginn des Buches ist auf den Seiten 4-5 ein Inhaltsverzeichnis gegeben. Die Kapitel sind in Themenblöcke gegliedert, wobei ein Block mehrere Unterkapitel haben kann. Außerdem sind blau gekennzeichnete Zusatzstoffe „ZS“ angegeben. Diese weisen auf weiterführende Texte oder Inhalte hin. Am Ende des Buches befindet sich ein Glossar (144 – 140) sowie ein Stichwortregister (S. 151 – 152).

Das Bildquellenverzeichnis ist auf der Rückseite der ersten Seite zu finden, noch vor dem Inhaltsverzeichnis. Ein eigenes Literaturverzeichnis ist nicht angegeben.

Das Cover des Buches ist in der Mitte quer geteilt, wobei die obere Hälfte orange gemustert ist und kleine Bilder enthält, die die Inhalte des Buches grob widerspiegeln. Die andere Hälfte ist weiß und beinhaltet den Titel des Buches, sowie Autoren und Verlag und eine Abbildung eines Süßwasserpolyphen.

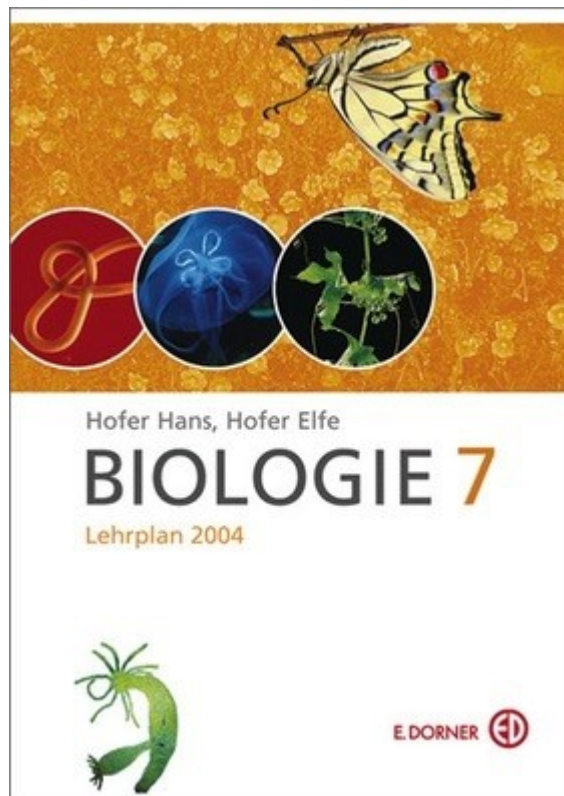


Abbildung 4: Cover des Buches „Biologie 7“

8.1.2. Inhaltsanalyse

8.1.2.1. Umfang botanischer Inhalte

Botanische Themen umfassen insgesamt 24 Seiten (ca. 16%) des Gesamtumfangs, während zoologische Themen (exklusive Mensch) 46 Seiten (ca. 30%) ausmachen. Das Thema Systematik stellt einen eigenen großen Themenblock dar, welches auf den Seiten 68-85 behandelt wird (ca. 12%).

Zusätzliche Informationen (ZS) sind auf 30 Seiten (ca. 20%) zu finden, wobei im Kapitel Systematik keine Zusatzstoff-Felder vorhanden sind.

Im Anhang befindet sich zudem eine detailliertere Übersicht über verschiedene Stämme und Ordnungen aus dem Pflanzen- und Tierreich.

Biologie 7 (Hofer H. & Hofer E., 2012). 152 Seiten		
Kapitel mit botanischen Inhalten	Umfang	
	Seitenanzahl	Prozentsatz
Bewegung		
- Bewegung bei Pflanzen	2	1,32
Systematik der Lebewesen	10,5	6,91
Ökologie und Umwelt		
- Nachhaltigkeit alpiner Ökosysteme	3	1,97
Anhang		
- Das Reich der Protisten	1,5	0,99
- Das Reich der Pflanzen	7	4,61
Gesamt	24	15,8
Zoologische Inhalte	46	30,26
Zusatzstoffe (ZS)	30	19,74

Tabelle 2: Übersicht über den Umfang botanischer / zoologischer Inhalte im Schulbuch „Biologie 7“

8.1.2.2. Systematik

Darstellung von Systematik

Der Begriff **Systematik** kommt zwei Mal in verschiedenen Überschriften vor (S. 68, S. 80), einmal wird der Begriff „phylogenetische Systematik“ verwendet (S. 81) und einmal wird in einem Arbeitskästchen auf den Erweiterungstext zur Systematik verwiesen (S. 82). Der Begriff Systematik an sich wird nicht direkt näher erläutert und auch nicht im Glossar angeführt.

Öfters ist von **Systemen** die Rede. Dieser Begriff kommt insgesamt sechs Mal unter folgenden Punkten vor:

- Mittels verschiedener Systeme wird versucht die Vielfalt der Organismen zu ordnen (S. 68).
- Das „zweiteilige Namenssystem der Menschen“ wird von Linné auf die Natur übertragen und damit die binäre Nomenklatur begründet (S. 68).
- Bei Linnés Klassifikation der Pflanzenwelt anhand der Sexualorgane wird „sein System“ von ihm auch auf die Tierwelt übertragen bzw. werden Pflanzen und Tiere von Forschern aus aller Welt „nach seinem System“ geordnet (S. 69).
- „Seit Linné [...] werden alle Lebewesen nach einem einheitlichen System geordnet. Es ist in **Ordnungsstufen (Taxa)** gegliedert und wird daher oft auch als taxonomisches System bezeichnet“ (Hofer & Hofer, 2012, S. 80).

Die Systematik wird als eigenständige Wissenschaft in einem eigenen Großkapitel behandelt. Es liegt ein systematisch-taxonomischer Strukturansatz vor: es werden im Großen und Ganzen keine Verbindungen zu alltagsbezogenen, ökologischen oder allgemeinbiologischen Inhalten hergestellt.

Die erwähnten Einteilungen der Organismen erfolgen nach dem Lebensraum oder anhand der Sexualorgane (S. 68). Als weitere Klassifikationskriterien werden morphologische Merkmale, Anatomie (S. 74), Cytologie (S. 75) und Biomoleküle wie ätherische Öle oder Giftstoffe (S. 78) angeführt.

Beim verwendeten Artbegriff handelt es sich um eine Mischung aus morphologischer und biologischer Auffassung. Damit sind alle Individuen gemeint, die „[...] *ähnlich aussehen*, den *gleichen Lebenszyklus* haben und miteinander *lebensfähige Nachkommen* erzeugen können“ (Hofer & Hofer, 2012, S. 80).

Als Klassifizierungsmethoden werden die Methode des Vergleichens, DNA-Analysen (S. 76) und Protein-Analysen (S.76) genannt, wobei zur Beschreibung der DNA- und Protein-Analysen tierische Organismen als Beispiel herangezogen werden, während beim Vergleich von morphologischen Merkmalen in der Einführung pflanzliche Organismen als Anschauungsmittel verwendet werden.

Auf die Veränderungen von bekannten Systemen wird indirekt bei der Erläuterung von Linnés Klassifikation (S. 69) und der Methode der DNA-Analyse (S.76) eingegangen. Als Beispiel werden verschiedene Buntbarscharten genannt, deren Verwandtschaftsverhältnisse zunächst nach morphologischen Merkmalen bestimmt wurde. Es gilt hierbei: *„Je größer die Ähnlichkeit der vergleichbaren Abschnitte ist, desto näher sind die Tiere, von denen die DNA stammt, miteinander verwandt“* (Hofer & Hofer, 2012, S. 76). Durch die Erkenntnisse der DNA-Analysen wurden die Buntbarsche systematisch neu geordnet.

Es wird hierbei auf eine Abbildung verwiesen, die den aktuellen Stammbaum der Buntbarsche darstellen soll. Jedoch ist dieser unzureichend bzw. kaum beschriftet, bis auf die zwei großen Gruppen der Maul- und Substratbrüter, und somit wenig aussagekräftig.

Die Wissenschaftsgeschichte dient als Einstieg und Motivation in das Thema Systematik. Abgesehen von Carl von Linné wird kein anderer Forscher namentlich genannt, es wird nur allgemein von Wissenschaftlern gesprochen. Diese beschäftigten sich mit der Ordnung der Organismen und kamen zu sehr unterschiedlichen Einteilungen (S. 68). Erst später wird im Kapitel „Form und Verhalten“ Bezug auf Konrad Lorenz und Darwin genommen, und aufgrund von ähnlichen Verhaltensweisen auf homologe Merkmale und gemeinsame Vorfahren geschlossen (S. 72-73).

Verwandtschaftsverhältnisse werden durch Stammbäume dargestellt (S. 81). In einem Unterkapitel werden der Stammbaum und die Evolution der Pflanzen grob erläutert und dargestellt (S. 82-83). Ebenso erfolgt dies für das Reich der Tiere (S. 84-85). Ein weiterer, jedoch anders dargestellter Stammbaum ist bei der Beschreibung der Methode der DNA-Analysen zu finden (S. 77).

Darstellung von Taxonomie

Der Begriff Taxonomie kommt im Untersuchungsmaterial nicht vor, wohl aber der Begriff „Taxa“ (S. 80): dieser wird als Ordnungsstufe definiert.

Es wird die hierarchische Gliederung verschiedener Taxa erörtert, an deren Basis die Art steht. Weiters wird auf die Taxa Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Abteilung (Stamm), Überabteilung, Unterreich und Reich anhand des Beispiels der Hohen Schlüsselblume (*Primula elatior*) eingegangen (S. 80-81). Ebenso werden die bei Familien und Ordnung verwendeten Endungen der wissenschaftlichen Namen von Tieren bzw. Pflanzen erwähnt (S. 81).

Erst im Anhang wird näher auf die Verwandtschaftsverhältnisse, Abstammungen und charakteristischen Merkmale der einzelnen Taxa eingegangen (S. 104-119).

Darstellung von Nomenklatur

Linné wird als Begründer der binären Nomenklatur genannt, durch deren Einführung er das Problem der zuvor verwendeten sehr langen Namen bzw. nicht einheitlichen Volksnamen löste. Die binäre Nomenklatur wird mit der menschlichen Namensgebung, bestehend aus einem Vornamen und Nachnamen, verglichen. Jedem pflanzlichen und tierischen Organismus werden fortan ebenso zwei Namen zugewiesen: ein Gattungs- und ein Artnamen (S. 68).

Als Beispiel wird die Hunds-Rose (*Rosa canina*) angeführt, die vor der Einführung der binären Nomenklatur bei Botanikern unter *Rosa sylvestris inodora seu canina* bekannt war.

Abgesehen von der Tatsache, dass jeder Organismus durch einen Gattungs- bzw. Artnamen dargestellt werden kann, werden keine weiteren Richtlinien oder Regeln zur Namensgebung erwähnt.

Verwendete Tiere / Pflanzen im Kapitel Systematik:

Inhalt	S.	Verwendetes Tier	Verwendete Pflanze
Binäre Nomenklatur	68	-	Hunds-Rose (<i>Rosa canina</i>)
Linné's Systematik	69	-	Taubnesselgewächse, Hahnenfußgewächse, Leberblümchen, Hahnenfuß, Busch-Windröschen, Eisenhut
Form und Verhalten	72-73	Säugetier, Nilpferde, Elefanten, Menschen, Schnabeltier, Ameisenigel, Alpensalamander, Enten, Stockente, Knäckerpel, Mandarinerpel	-
Anatomie	74-75	Amphibien, Fische, Frösche, Molche, Eidechsen, Krokodile, Schildkröten, Säugetiere,	Zweikeimblättrige (Dicotyledoneae), Einkeimblättrige (Monocotyledoneae), Gräser, Mais, Magnoliengewächse, Rosengewächse, Asterngewächse, Sonnenblume
DNA-Analyse	76	Buntbarsch	-
Protein-Analyse	76	Schimpanse, Mensch	-
Taxonomie	80	-	Hohe Schlüsselblume (<i>Primula elatior</i>)
Stammbaum	81-85	Reich der Tiere	Reich der Pflanzen

Tabelle 3: Übersicht über die im Kapitel Systematik verwendeten zoologischen / botanischen Taxa im Schulbuch „Biologie 7“. Mehrfachnennungen wurden nicht berücksichtigt.

8.1.3. Lehrplanbezug

Entstehung und Ordnung biologischer Vielfalt

Die biologische Vielfalt wird im Kapitel „Systematik“ erwähnt (S. 68), und unter dem Aspekt der verschiedenen Taxa von Tier- und Pflanzenwelt etwas genauer betrachtet (S. 82, S. 84). In einem Absatz am Ende des Kapitels wird kurz auf die historische Entwicklung der Tiere eingegangen (S. 84).

Systematik und Taxonomie

Der Systematik der Lebewesen ist ein eigenes Großkapitel gewidmet (S. 68-80). Es werden Inhalte wie die binäre Nomenklatur, Ordnungsprinzipien, Merkmale von Säugetieren, Methoden, phylogenetische Stammbäume der Tier- und Pflanzenwelt und Taxonomie behandelt. Das Prinzip der Taxonomie und die hierarchische Gliederung der Taxa wird anhand eines Beispiels (S. 80-81) veranschaulicht.

Es sind keine Basiskonzepte im Buch zu finden.

8.1.4. Fachdidaktische Vermittlung

- a) Die Bedeutung der Systematik wird nur indirekt angedeutet: Es war vielen Forschern ein Anliegen eine allgemein gültige Ordnung für die Vielfalt der Pflanzen- und Tierwelt zu finden (S. 68). Mit der Einführung von Linnés Sexualsystem galt das Ziel die gesamte Natur zu inventarisieren (S. 69). Unter dem Punkt DNA-Analyse wird auf die Veränderungen von Systemen durch neue Erkenntnisse und die Rekonstruktion ihrer Abstammungsgeschichte eingegangen (S. 76).
- b) Exemplarische Artenkenntnisse und ergänzendes Orientierungswissen ziehen sich durch das gesamte Kapitel der Systematik.
Die Prinzipien und Methoden der Systematik werden in verschiedenen Teilbereichen anhand einer Art (zumeist Pflanzenarten) beschrieben.

Durch das ergänzende Orientierungswissen können diese Prinzipien sodann auch auf die Allgemeinheit angewendet werden. Zur Beschreibung der binären Nomenklatur dient die Hunds-Rose (*Rosa canina*) als Exempel, zusätzlich werden im selben Kapitel die wissenschaftlichen Namen und Abbildungen weiterer 11 Pflanzenarten angegeben (S. 68-71). Die Aufgaben und hierarchische Gliederung der Taxonomie werden ebenfalls anhand einer Art (*Primula elatior*) erklärt (S. 80-81). Im Bereich der Verhaltensforschung, um Rückschlüsse auf gemeinsame Vorfahren ziehen zu können, wird auf das Balzverhalten von Enten zurückgegriffen (S. 72). Die Methoden und Ergebnisse von DNA- bzw. Protein-Analysen werden ebenso durch verschiedene Tierarten verdeutlicht (S. 76).

c)

c1) Insgesamt kommen 26 Begriffe vor, wobei zwei davon nur einmal, 14 zwischen zwei und drei Mal und zehn öfter als drei Mal verwendet werden. 24 von 26 Begriffen (ca. 92%) werden also mehr als einmal wiederholt. Die Hälfte der Begriffe wird auch an anderen Stellen im Text verwendet, wobei nur die Begriffe „Systematik“ und „Familie“ auch in den Aufgabenstellungen verwendet werden. Vor allem die taxonomischen Rangstufen wie Art, Gattung, Familie, Klasse und Reich werden sehr häufig verwendet. Dies gilt ebenso für den Begriff System, der in verschiedenen Zusammenhängen erwähnt wird (siehe 8.1.1). Bei einigen Begriffen, die ein bis drei Mal vorkommen, handelt es sich um Begriffe aus der Taxonomie (Abteilung, Ordnung, Stamm, Überabteilung, Unterabteilung), oder Fachtermini (Spezies, Phylon), die aufgrund der Vollständigkeit angegeben, aber in weiterer Folge vernachlässigt werden können. Daraus ergibt sich, dass der Großteil der Begriffe mehr als drei Mal wiederholt wird und von einer konsequenten Verwendung gesprochen werden kann.

Verwendeter Begriff	1 Mal	2-3 Mal	> 3 Mal
Abteilung		x	
Analogie		x	
Art			x

Binäre Nomenklatur		x	
Einteilung		x	
Entwicklungslinie	x		
Evolution			x
Familie			x
Gattung			x
Homologie		x	
Klasse			x
Lateinischer Name		x	
Ordnung		x	
Ordnungsstufe		x	
Phylogenetisches System		x	
Phylon	x		
Reich			x
Spezies	x		
Stamm		x	
Stammbaum			x
System			x
Systematik		x	
Systematische Gruppe		x	
Taxon / Taxa			x
Überabteilung		x	
Unterreich		x	

Tabelle 4: Die Tabelle gibt einen Überblick über alle im Schulbuch „Biologie 7“ verwendeten Begriffe zur Systematik. Gelb hinterlegte Begriffe kommen unter dem gleichen Abschnitt im Text vor, während blau hinterlegte Begriffe auch an anderen Stellen wie z. B. im Text, Glossar, Aufgabenstellungen etc. erwähnt werden. Die Spalten geben jeweils an, wie oft der Begriff erwähnt wird. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gliederung der zu untersuchenden Bücher, wurden die Überschriften nicht berücksichtigt.

c2) Der Begriff **Stammbaum** wird öfters und konsequent in verschiedenen Bereichen verwendet, bevor überhaupt eine Definition des Begriffes gegeben wird. Diese fällt allerdings sehr schwammig aus, da nur davon gesprochen wird, dass aus Verwandtschaftsverhältnissen Stammbäume erstellt werden können, aber nicht wie.

Der Begriff der **Taxonomie** fehlt völlig (siehe auch 8.1.3), ebenso wie eine Definition von **Systematik**. Allerdings werden beide Begriffe und deren Aufgaben durch die behandelten Inhalte indirekt sehr genau behandelt.

Ein Problem stellt die Verwendung des Begriffes „**System**“ dar, da dieser öfters mit „Systematik“ gleichgesetzt wird. Bei der Systematik handelt es sich allerdings um eine eigene Wissenschaft, bei der das Erstellen eines Systems, das Ordnen von Organismen in ein bestehendes System usw. zu deren Aufgaben zählen (siehe 2.1).

c3) Fachtermini werden jedes Mal bei der Einführung eines neuen Begriffes verwendet. In weiterer Folge werden die Texte mit den Alltagsnamen weitergeführt. So wird z. B. anstatt Phylon der Begriff Stammbaum im Text weiterverwendet, während Prokaryonten und Eukaryonten konsequent als solche bezeichnet werden. Außerdem wird bei Pflanzen- oder Tierarten neben dem deutschen Namen auch immer der wissenschaftliche Name angegeben. Die verwendeten Fachtermini bzw. Alltagsnamen würden auch im Alltag als ebensolche bezeichnet werden, weswegen von einer sinnvollen Verwendung jener beiden gesprochen werden kann.

c4) Im Analysematerial werden neben den in c1) erwähnten, auch sehr viele Begriffe verwendet, die keine Basisbegriffe der Systematik darstellen. Die Anzahl der eingeführten Begriffe zur Systematik beschränkt sich aber auf etwa 3-5 pro Seite, wobei nicht auf jeder Seite neue Begriffe eingeführt werden.

d) Eine Verknüpfung mit alltagsbezogenen Themen bei Pflanzen ist nur bei den Inhaltstoffen gegeben (S. 18-79). Ansonsten wird, z. B. bei der DNA- bzw. Proteinsynthese, auf tierische Organismen zurückgegriffen. Bei der DNA-Analyse wird Bezug auf Buntbarscharten genommen, die beliebte Aquarienfische sind (S. 76).

- e) In der Einführung wird anhand der Gattung der Rosen davon gesprochen, dass alle Rosenarten gemeinsame Merkmale teilen, sich aber ebenso in anderen Bereichen deutlich voneinander unterscheiden. Anfangs werden morphologische Merkmale (wie Blattform) beschrieben (S. 69), später werden diese um anatomische sowie genetische Ähnlichkeiten ergänzt (S. 74-79).
- f) Es sind sehr viele Abbildungen in Form von Fotos, Zeichnungen oder schematischen Darstellungen vorhanden. Insgesamt sind es 34 Bilder, von denen sich 22 auf Pflanzen beziehen. Alle Bilder sind nummeriert und beschriftet und beziehen sich auf die Inhalte des Textes bzw. liegt, bis auf wenige Male, ein Verweis vom Text auf die entsprechende Abbildung vor. Die Bilder sind ausreichend groß dargestellt, drei davon ziehen sich über eine ganze Seite. In den dargestellten Stammbäumen sind allerdings die Äste, gemeinsame Vorfahren, Schwesterngruppen oder zeitliche Abfolgen nicht klar ersichtlich. Beim Stammbaum der Buntbarsche (S. 77) fehlen Beschriftungen und die Anzahl der Äste, verglichen mit den dargestellten Fischen, stimmen nicht überein. Es werden z. B. sechs Äste, aber nur vier Buntbarscharten dargestellt. Dieser ähnelt aber noch eher den gebräuchlichen Darstellungen von Stammbäumen. Solche Probleme und Unverständlichkeiten finden sich auch im Stammbaum der Pflanzen bzw. Tiere (S. 83, S. 85). Im Buch wird zwar darauf hingewiesen, dass es sich um einen groben Überblick handelt, allerdings lässt die Abbildung selbst unter Bezugnahme zum Text viele Interpretationsmöglichkeiten zu.
- g) Arbeitsaufträge sind in grün umrandeten Boxen mit dem Titel „Beobachten, Forschen, Verstehen“ zu finden. Diese kommen im Kapitel Systematik fünf Mal vor. Alle Arbeitsaufträge sind klar formuliert und beziehen sich auf die Themen der jeweiligen Seite.
- Recherchearbeit: im Internet zu homologen Verhaltensweisen von Schimpansen und Bonobos bzw. Blutgefäßen verschiedener Taxa recherchieren (S. 73).
 - Zwei Teilaufgaben sind in der freien Natur durchzuführen: Einerseits die Beobachtung des Verhaltens von Enten an einem Teich (S. 73), andererseits soll ein Stammbaum der Pflanzen erstellt werden und zu jedem Taxon ein charakteristischer Vertreter fotografiert werden (S. 82).

Hierbei wird als Hilfestellung auf den Anhang verwiesen. Diese Arbeitsaufträge fördern zwar die emotionale Bindung zur Natur, allerdings ist durch verschiedene Faktoren wie Wohnort, Jahreszeit, Verfügbarkeit eines stehenden Gewässers / entsprechender Vertreter, die Durchführung für jeden Schüler / jede Schülerin nicht gewährleistet.

- Methode des Vergleiches anwenden: Zehn verschiedene Abbildungen, die verschiedene Pflanzenarten darstellen, sollen aufgrund vorgegebener Merkmale zu Familien zusammengefasst werden (S. 71). Weiters soll die Methode des Vergleichens zur Bestimmung von Gemeinsamkeiten / Unterschieden von Blutgefäßsystemen verschiedener Tierordnungen angewendet werden (S. 75).
- Ein Arbeitsauftrag zur Analyse von Inhaltsstoffen verwandter Pflanzenarten muss im Labor durchgeführt werden und somit unter Aufsicht einer Lehrperson stattfinden (S. 79).
- Zwei Teilaufgaben beinhalten eine Präsentation bzw. einen Vortrag über die Ergebnisse.

Insgesamt werden Pflanzen in 3 von 5 Boxen als Untersuchungsobjekt und verschiedene Sozialformen verwendet.

Nicht alle Aufträge sind selbstständig zu lösen bzw. durchführbar. Auch sind keine Lösungen im Schulbuch vorhanden.

- h) Im Buch sind wie bereits erwähnt Zusatzstoffe vorhanden, jedoch finden sich im Kapitel Systematik keine dieser zusätzlichen Informationen. Allerdings befindet sich im Anhang eine Auflistung und Beschreibung der verschiedenen Taxa des Reichs der Pflanzen (S. 104-119).

8.2. Ergebnisse der Analyse des Schulbuches „am Puls Biologie 7“

8.2.1. Analyse der Eckdaten

Bei dem vorliegenden Buch „am Puls Biologie 7“ handelt es sich um die 2018 erschienene 1. Auflage. Das Buch richtet sich an Schüler und Schülerinnen der 7.Klassen von Realgymnasien und gestaltet sich dem neuen Lehrplan entsprechend.

Barbara Fischer war nach ihrem Studium an der Universität Wien ein Jahr als Lehrerin und ist seit 2015 im Bereich der Evolutions- und Kognitionsforschung in Klosterneuburg tätig (Wissenschaftspreise des Landes NÖ (2017)). Michel Fleck ist seit 2000 Lehrer an verschiedenen Wiener Schulen und gegenwärtig Direktor der WMS/RG/ORG Anton Krieger Gasse (Uni Wien, 2019; Anton Krieger Gasse, 2019). Uwe K. Simon leitet das Fachdidaktikzentrum Biologie in Graz (Uni Graz, 2019).

Gleich am Anfang des Buches ist ein Inhaltsverzeichnis zu finden (S. 2-3), welches in Semester bzw. Kompetenzmodule gegliedert ist. Jedes Semester besteht aus 3 großen Themen: Parasiten und Symbionten, Krankheitserreger, Krankheit und Gesundheitsförderung sowie Bewegung, Biodiversität und Nachhaltige Entwicklung. Es folgen zwei Informationsseiten (S. 4-5), vergleichbar mit einer Legende, die dem Leser bzw. der Leserin Aufschluss über den Aufbau des Buches und die im Buch verwendeten Symbole, Sonderseiten, Lerninhalte, Handlungskompetenzbereiche und Online-Materialien geben.

Auch die im Lehrplan verankerten Basiskonzepte sind auf den Seiten 6 - 7 zu finden. Am Ende eines jeden Semesters finden sich Semesterchecks (S. 68; S. 122). Auf den letzten Seiten sind ein Stichwortregister (S. 124) und das Bildquellenverzeichnis (128) zu finden. Ein Glossar, im üblichen Sinne einer Sammlung von Fachbegriffen, gibt es nicht. Erklärungen über Fachtermini finden sich am Rande auf der jeweiligen Seite des eingeführten Begriffes.

Es kommen drei verschiedene Typen von Seiten vor: Kapiteleinstiege, Themenseiten und Sonderseiten.

Die Kapitelseiten beinhalten die Lerninhalte, Online – Codes, die auf der Website des ÖBV-Verlags eingegeben werden, und eine Einleitung zum Thema.

Durch alltagsbezogene Themen sollen sie das Interesse der Schüler und Schülerinnen wecken und als Motivation dienen.

Auf den Themenseiten finden sich zusätzlich zum Glossar an den Seitenrändern Kernaussagen, die bunt gedruckt sind und auf farbig hervorgehobene Textpassagen hinweisen. Auch ein Verweis auf das entsprechende Basiskonzept ist dort zu finden. Am Seitenende sind zudem Aufgabenstellungen und nähere Informationen zu den Basiskonzepten zu finden.

Die enthaltenen Sonderseiten "Blick in die Forschung" und "Methoden in der Praxis" geben Einsicht in aktuelle Methoden und Forschungsfelder.

am Puls Biologie 7	
Autor(en)	Fischer Barbara, Fleck Michael, Simon Uwe K.
Verlag	ÖBV
Ort	Wien
Auflage und Publikationsjahr	1.Auflage (2018)
ISBN	978-3-209-10289-8
Seitenzahl	128

Tabelle 5: Übersicht der Eckdaten des Buches „Am Puls Biologie 7“

Das Cover des Buches ist bunt und dreigliedrig gestaltet. Im oberen Bereich sind drei bunte Flecken der Farben Gelb, Grün und Rosa sowie das Verlagslogo zu finden. In der Mitte befindet sich auf weißem Hintergrund der Titel des Buches und die Autoren. Im unteren Drittel ist ein vergrößertes Foto einer Hummel, welche gerade zu einer Blüte fliegt, zu sehen.

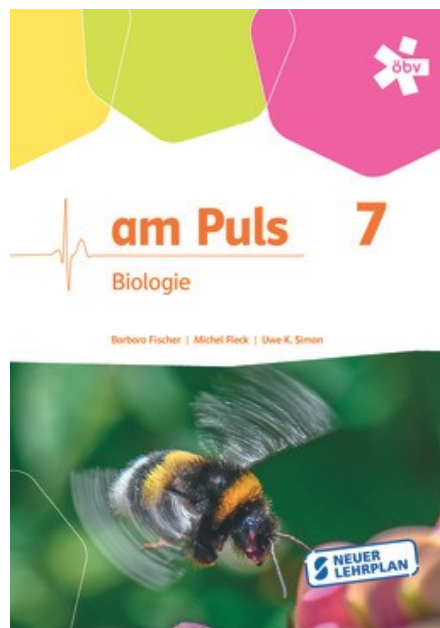


Abbildung 5: Cover des Buches „am Puls Biologie 7“

8.2.2. Inhaltsanalyse

8.2.2.1. Umfang botanischer Inhalte

Das Thema Systematik wird im Kapitel „Biodiversität“ auf insgesamt fünf Seiten behandelt (4%). Botanische Inhalte umfassen 9 Seiten, also insgesamt ca. 7% des Gesamtumfangs, die sich auf mehrere Kapitel des Buches verteilen (siehe Tabelle). Zoologische Themen (exklusive Mensch) nehmen rund 28,5 Seiten (22%) ein. Sonderseiten und Kompetenzchecks kommen am Ende eines jeden Kapitels vor und umfassen insgesamt 40 Seiten (31%).

Erwähnenswert ist auch, dass keines der Kapiteleinstiege botanische Inhalte als Motivation heranzieht. Zoologische Themen (exklusive Humanbiologie) dienen jedoch in 3 von 6 Kapiteln als Einführung in das jeweilige Kapitel.

Am Puls Biologie 7 (Fischer B. et al., 2018). 128 Seiten		
Kapitel mit botanischen Inhalten	Umfang	
	Seitenanzahl	Prozentsatz
Parasiten und Symbionten		
- Symbiosen	2	1,56
Krankheitserreger		
- Krank durch Krankheitserreger	0,5	0,39
Bewegung		
- Bewegung bei Einzellern und Pflanzen	2	1,56
Biodiversität		
- Biodiversität	2,5	1,95
- Systematik	1	0,78
Nachhaltige Entwicklung		
- Was ist nachhaltige Entwicklung	1	0,78
Gesamt	9	7,02
Zoologische Inhalte	28,5	22,27
Sonderseiten und Kompetenzchecks	40	31,25

Tabelle 6: Übersicht über den Umfang botanischer / zoologischer Inhalte im Buch „am Puls Biologie 7“

8.2.2.2. Systematik

Darstellung Systematik

Der Begriff Systematik kommt im Analysematerial insgesamt sechs Mal vor:

- Drei Mal in Überschriften (S. 95, S. 97 und S. 99).
- Unter dem Abschnitt „Linnés Systematik“ (S. 97) wird Systematik als „[...] ein System zur Ordnung von Lebewesen nach gemeinsamen Merkmalen [...]“ (Fischer, Fleck & Simon, 2018, S. 97) definiert. Zusätzlich findet sich dazu ein Verweis auf das Glossar, indem die Herkunft des Wortes (griech. *systematikós* = geordnet) erklärt wird (S. 97).
- Im selben Abschnitt wird die „hierarchische Systematik“ erwähnt, mit deren Einführung Linné „[...] einen enormen Beitrag für die Wissenschaft geleistet [hat]“ (Fischer et al., 2018, S. 97).

Der Begriff System kommt hingegen häufiger vor, allein auf S. 97 zehn Mal. Dort ist meist von Linnés System die Rede. Auf S. 99 wird der Begriff Bestimmungsschlüssel ebenso als ein System definiert, mit welchem taxonomische Gruppen identifiziert werden können.

Demnach wird der Begriff System nicht nur mit Systematik, sondern auch mit dem des Bestimmungsschlüssels gleichgestellt.

Systematik wird nicht als eigene Wissenschaft dargestellt, sondern als ein von Linné eingeführtes System zur Ordnung der Lebewesen (S. 97). Es ist im Großkapitel „Biodiversität“ verankert, in welchem u. a. Artenvielfalt, Artenschutz, Auswirkungen des Artensterbens, Neobiota und menschlicher Einfluss auf Artenvielfalt behandelt werden. Diese Themen werden auch unter einem ökologischen und alltagsbezogenen Aspekt beleuchtet.

Auch zielen die Aufgaben des Kompetenz-Checks am Ende des Kapitels (S. 106-107) auf die Verknüpfung mit anderen Teildisziplinen der Biologie, aber auch statistische Überlegungen ab.

Dies lässt auf einen Strukturansatz schließen, der nicht streng taxonomisch ist, sondern sich stark an allgemein biologischen Themen orientiert und die Verknüpfung unterschiedlicher Teildisziplinen oder gar Unterrichtsfächer fördert.

Als motivierender Einstieg in das Kapitel „Biodiversität“ wird Bezug auf Spinnen genommen, insbesondere auf die Spinnenart *Eriovixia gryffindori* (S. 90). Beim Thema Systematik werden Bärtierchen, der Blauwal und die Pilzart *Armillaria ostoyae* (Gemeiner Hallimasch) genannt (S. 95).

Zu Beginn werden der biologische und der morphologische Artbegriff erläutert (S.95). Kryptische Arten werden am Beispiel des Fliegenpilzes erklärt (S. 96). Es wird auch darauf hingewiesen, dass die Grenzen von Arten nicht immer klar ersichtlich sind. Hierzu werden Raben- und Nebelkrähen als Beispiel angeführt (S. 96).

Die Methode des Vergleichens (S. 97) und die der DNA-Analyse (S. 98) werden nur indirekt behandelt: Beim Vergleich werden die Lebewesen nach gemeinsamen Merkmalen eingeteilt, bei der DNA-Analyse wird das genetische Material auf Ähnlichkeiten untersucht. Auf konkretere Ordnungskriterien oder welche Merkmale dies sind wird nicht eingegangen.

Die Wissenschaftsgeschichte beschränkt sich auf Carl von Linné und seine Leistungen, im letzten Absatz wird auch kurz Charles Darwin und seine Evolutionstheorie erwähnt (S.97). Es wird auf Linnés Werk *Systema naturae* (1735) eingegangen, in dem er seine binäre Nomenklatur vorstellt. Linné wird als Begründer einer Systematik bzw. eines Systems beschrieben, in der Lebewesen nach gemeinsam Merkmalen geordnet werden (S.97). Auf diese gemeinsamen Merkmale wird nicht näher eingegangen.

Charles Darwins Evolutionstheorie lieferte die Grundlage dafür, die Organismen nach ihrer Abstammung zu ordnen. Dieses Prinzip wird im Analysematerial als natürliche Ordnung bezeichnet (S. 97).

Auf der nächsten Seite wird nochmals darauf hingewiesen, dass die natürliche Ordnung der Abstammungsgeschichte entsprechen soll und diese mittels eines Stammbaums veranschaulicht werden kann (S. 98).

Diese Stammbäume werden mittels DNA-Analyse erstellt und es gilt: „Je ähnlicher sich die Lebewesen genetisch sind, umso näher sind sie miteinander verwandt.“ (Fischer et al., 2018) (S. 98). Die Verzweigungsmuster entsprechen demnach den

Verwandtschaftsverhältnissen. Insgesamt werden vier verschiedene Stammbäume abgebildet:

- Eine Skizze aus Darwins Notizbuch (S. 98).
- Ein grober Überblick über den molekularen Stammbaum aller Lebewesen (S. 98).
- Ein moderner Stammbaum der Affen (*Anthropoidea*) (S. 107).
- Ein von Ernst Haeckel 1866 gezeichneter Stammbaum der Affen (S. 107).

Wobei nur beim modernen Stammbaum der Affen (S. 107) zeitliche Abspaltungen, gemeinsame Vorfahren und Verwandtschaftsverhältnisse klar ersichtlich sind.

Die Veränderung von Systemen wird zuerst durch evolutionäre Prozesse und deren Auswirkungen auf Arten indirekt angedeutet (S. 97). Bei der Betrachtung von Stammbäumen wird direkt darauf hingewiesen, dass dessen Äste „[...] gelegentlich korrigiert werden, wenn Forscherinnen und Forscher neue Daten sammeln, die neue Verwandtschaftsverhältnisse belegen“ (Fischer et al., 2018) (S. 98).

Darstellung Taxonomie

Der Begriff Taxonomie kommt im Untersuchungsmaterial zwei Mal vor:

- Im Unterkapitel „Linnés Systematik“ wird es definiert als „[...] ein Teilbereich der biologischen Forschung, der sich mit dem Einteilen von Lebewesen auf systematische Art und Weise beschäftigt“ (Fischer et al., 2018, S. 97).
- Im Glossar wird der Wortstamm von Taxonomie erklärt (S. 97).

Ein Taxon wird als eine Gruppe von Lebewesen mit gemeinsamen Merkmalen beschrieben, wobei die Art als ein besonders wichtiges Taxon gilt (S. 97). Neben der Art werden noch Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm, Reich und Domäne erwähnt. Es wird zudem auf die hierarchische Gliederung der Taxa eingegangen.

Die Taxa spielen auch beim Thema Stammbaum eine Rolle. Dort wird erwähnt, dass die Zusammenhänge höherer Taxa (Domänen) heute weitgehend als aufgeklärt gelten. Es wird allerdings nicht genau darauf eingegangen, was durch die Äste dargestellt wird (S. 98).

Es wird kurz auf die Einteilung von Organismen anhand gemeinsamer Merkmale, das Linné'sche System und im Zuge der Evolution auf die natürliche Ordnung eingegangen (S. 97).

Eine Aufgabe im Kompetenz-Check beschäftigt sich außerdem mit der Taxonomie des Feld-Maikäfers (S. 106).

Darstellung Nomenklatur

Auf die binäre Nomenklatur wird im Abschnitt „Carl von Linné und die binäre Nomenklatur“ eingegangen (S. 97). Es wird als neues System zur wissenschaftlichen Benennung von Pflanzen und Tieren beschrieben. Dabei erhält jede Art einen zweiteiligen (binären) Namen, bestehend aus einem Gattungs- und einem artspezifischen Namensteil (Arteil).

Die einzige Regel, die erwähnt wird, ist die, dass der Gattungsname groß und der Artnamen klein geschrieben werden. Als Beispiel werden die Weiß-Tanne (*Abies alba*) und die Nordmanns-Tanne (*Abies nordmanniana*) genannt.

Im Kompetenz-Check (S. 106) wird zudem die Aufgabe gestellt, die binäre Nomenklatur in einem Satz zu erklären. Weiters soll der wissenschaftliche Name des Feld-Maikäfers recherchiert werden. (und seine taxonomischen Rangstufen benannt werden)

Verwendete Tiere / Pflanzen im Kapitel Systematik:

Im Analysematerial werden nur in drei Bereichen Pflanzen als Beispiel herangezogen, und dort nur einmal erwähnt. In den anderen Inhalten werden jeweils Tiere oder der Mensch verwendet.

Inhalt	S.	Verwendetes Tier	Verwendete Pflanze
Einführung	95	Bärtierchen, Blauwal, Gemeiner Hallimasch (Pilz)	-

Artbegriff	95	Pfau	-
Kryptische Art	96	-	Fliegenpilz
Grenzen von Arten	96	Nebelkrähe (<i>Corvus cornix</i>), Rabenkrähe (<i>Corvus corone</i>)	-
Binäre Nomenklatur	97	-	Weiß-Tanne (<i>Abies alba</i>), Nordmann-Tanne (<i>Abies nordmanniana</i>)
Systematik	99	Mensch (<i>Homo sapiens</i>)	-
Bestimmung	99	Vögel	Blütenpflanzen, (Laub-)Bäume
Kompetenz-Check	105 - 106	Säugetiere, Vögel, Insekten, Feld-Maikäfer, Menschenaffen	-

Tabelle 7: Übersicht über die im Kapitel Systematik verwendeten zoologischen / botanischen Taxa im Buch „am Puls Biologie 7“. Mehrfachnennungen wurden nicht berücksichtigt.

8.2.3. Lehrplanbezug

Entstehung und Ordnung biologischer Vielfalt

Der Biodiversität ist ein ganzes Großkapitel gewidmet (S. 90-107), in welchem auch die Ordnung der biologischen Vielfalt unter dem Unterkapitel „Systematik“ behandelt wird. Es wird auf die Auswirkungen und Konsequenzen des Verlusts der Biodiversität, auf Schutzmaßnahmen und den menschlichen Einfluss auf die Artenvielfalt, jedoch nicht auf die Entstehung der Biodiversität eingegangen.

Systematik und Taxonomie

Die Systematik ist innerhalb des Kapitels „Biodiversität“ zu finden (S. 95-99). Es wird dabei auf unterschiedliche Eigenschaften der Organismen, den Artbegriff, Carl von Linné, binäre Nomenklatur, phylogenetische Systematik, Abstammungsgeschichte und die Entdeckung neuer Arten eingegangen.

Im Unterkapitel Systematik wird auch das Thema Taxonomie behandelt. Es wird unter Linnés Systematik der Aufgabenbereich der Taxonomie, die Definition der Taxa und deren hierarchische Ordnung erklärt. Zudem findet sich auf S. 99 ein Beispiel für eine Klassifikation des Menschen in denen die verschiedenen Taxa von Art bis Domäne aufgezählt werden.

Es wird innerhalb des Kapitels „Biodiversität“ im Text vier Mal auf das Basiskonzept „Variabilität, Verwandtschaft, Geschichte und Evolution“ verwiesen (S. 91, S. 92, S. 96, S. 98). Zudem wird zu Beginn des Kapitels auch das Basiskonzept „Reproduktion“ eingebracht (S. 91).

8.2.4. Fachdidaktische Vermittlung

- a) In der Einleitung des Unterkapitels „Systematik“ wird darauf hingewiesen, dass die Einteilung nach spezifischen, gemeinsamen Merkmalen essentiell für die Ermittlung von Verwandtschaftsverhältnissen ist (S. 95). Dieser Ansatz wird auch bei der Behandlung von phylogenetischen Stammbäumen noch einmal aufgegriffen (S. 98). Weiters wird die Ordnung der Lebewesen in ein hierarchisches System mit der Evolutionstheorie von Darwin in Verbindung gebracht, da „[...] sinnvollerweise alle Lebewesen nach ihrer Abstammung geordnet werden sollten“ (Fischer et al., 2018, S. 97).
- b) Die Verwendung von exemplarischen Arten bzw. das Ausbilden von Artenkenntnissen wird öfters genutzt. Unter dem Aspekt der Hybridisierung werden Nebelkrähe (*Corvus cornix*) und Rabenkrähe (*Corvus corone*) zur Veranschaulichung herangezogen (S. 96). Im Bereich der kryptischen Arten wird auf den Fliegenpilz Bezug genommen (96).

Das Grundprinzip der binären Nomenklatur wird durch die Weiß-Tanne (*Abies alba*) und die Nordmann-Tanne (*Abies nordmanniana*) dargestellt (S. 97).

Gegen Ende des Kapitels werden die taxonomischen Rangstufen am Beispiel des Menschen (*Homo sapiens*) erläutert (S. 99).

c)

c1) Insgesamt werden 23 Begriffe verwendet, von denen ein Begriff einmal, 15 zwischen 2-3 Mal und 7 Begriffe mehr als drei Mal verwendet werden. 22 von 23 Begriffen (ca. 96%) werden also zumindest einmal wiederholt.

12 Begriffe (ca. 52%) werden dazu an verschiedenen Stellen (im Text, Arbeitsauftrag, Glossar etc.) erwähnt, während 11 Begriffe nur innerhalb eines Abschnittes wiederholt werden. Wobei alle Begriffe, die öfters als drei Mal vorkommen, auch in verschiedenen Bereichen vorkommen.

Die wenigen Wiederholungen sind vermutlich auf die verschiedenen inhaltlichen Abschnitte zurückzuführen, denn solange der Kontext gegeben ist, findet eine konsequente Verwendung der Begriffe statt.

Verwendeter Begriff	1 Mal	2-3 Mal	> 3 Mal
Art			x
Binäre Nomenklatur		x	
Biologischer Artbegriff		x	
Domäne		x	
Einteilung		x	
Evolution			x
Familie		x	
Gattung			x
Klasse			x
Kryptische Art	x		
Morphologischer Artbegriff		x	
Natürliche Ordnung		x	
Ordnung		x	
Phylogenie		x	
Reich		x	

Stamm		x	
Stammbaum			x
System			x
Systematik		x	
Taxon / Taxa			x
Taxonomie		x	
Typus		x	
Wissenschaftlicher Name		x	

Tabelle 8: Die Tabelle gibt einen Überblick über alle im Schulbuch „am Puls Biologie 7“ verwendeten Begriffe zur Systematik. Gelb hinterlegte Begriffe kommen unter dem gleichen Abschnitt im Text vor, während blau hinterlegte Begriffe auch an anderen Stellen wie z. B. im Text, Glossar, Aufgabenstellungen etc. erwähnt werden. Die Spalten geben jeweils an, wie oft der Begriff erwähnt wird. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gliederung der zu untersuchenden Bücher, wurden die Überschriften nicht berücksichtigt.

c2) Die verwendeten Begriffe sind zum Teil nicht korrekt definiert. So wird die **Taxonomie** als Teilbereich der Biologie beschrieben, welcher sich mit dem Einteilen von Organismen auf systematische Art und Weise beschäftigt. Es wird nicht näher erläutert, was genau mit dieser systematischen Art und Weise gemeint ist. Diese Definition würde mehr der **Systematik** entsprechen (siehe 2.1). Die Systematik wird allerdings mit einem System gleichgestellt, das zur Ordnung der Organismen dient. Dies würde wiederum besser auf den Begriff Taxonomie zutreffen (siehe auch 2.2).

Der Begriff **System** wird hier, ebenso wie in 8.1.3 c1), unterschiedlich gebraucht. In diesem Schulbuch wird ein System jedoch nicht nur mit Systematik, sondern auch mit Bestimmungsschlüssel gleichgestellt.

c3) Es liegt ein relativ ausgeglichenes Verhältnis zwischen Fachtermini und Alltagsbegriffen vor. Alle Begriffe werden als Fachtermini eingeführt, in weiterer Folge werden allerdings Großteils ihre Alltagsnamen verwendet.

- c4) Die Anzahl der eingeführten Begriffe beschränkt sich auf drei bis vier Begriffe pro Seite. Einzige Ausnahme bildet die Taxonomie (S. 99), dort werden allein in diesem Abschnitt acht unterschiedliche Taxa eingeführt. Neu eingeführte Begriffe werden fett markiert, sodass diese sehr einfach und rasch zu finden sind. Es werden nur Begriffe eingeführt, die unmittelbar mit der Thematik zu tun haben. Die Anzahl der Begriffe ist demnach, auch pro Seite, sinnvoll begrenzt und wirkt nicht überfordernd (siehe auch 4.1.2).
- d) Eine Verknüpfung mit alltagsbezogenen Themen erfolgt vor allem durch die Aufgabenstellungen, in denen auf tierische Organismen zurückgegriffen wird. Im Rahmen des Großkapitels „Biodiversität“ werden vermehrt Bezüge zum Alltag hergestellt, besonders der menschliche Einfluss auf die Biodiversität wird hervorgehoben. Dort sind auch botanische Organismen zu finden. Im Kapitel Systematik werden Pflanzen nur drei Mal als Beispiele für verschiedene Inhalte erwähnt, Verbindungen zum Alltag werden aber nicht hergestellt.
- e) Die Einteilung der Organismen erfolgt zunächst durch den Vergleich von spezifischen gemeinsamen Eigenschaften bzw. Merkmalen wie Größe oder ob Zellen einen Zellkern besitzen (S. 95). Es wird nicht näher auf andere gemeinsame Merkmale eingegangen. Erst im Zuge von DNA-Analysen wird darauf hingewiesen, dass morphologische Merkmale manchmal in die Irre führen können und oft nicht ausreichend sind. Die Methode des Vergleichens wird allerdings an keinem Beispiel näher erläutert.
- f) Im Kapitel Systematik sind inklusive Kompetenz-Check neun verschiedene Abbildungen zu finden, die sich auf sehr unterschiedliche Inhalte beziehen. Es ist anzumerken, dass keine einzige Abbildung botanische Organismen enthält. Es werden auch verschiedene Arten von Bildern, wie Fotos, Cartoons, Skizzen und schematische Zeichnungen verwendet. Die Abbildungen sind nummeriert und hinreichend beschriftet, außerdem wird auf vier direkt im Text verwiesen. Der Bezug zwischen Inhalt und Fließtext ist aber ebenso bei den anderen ersichtlich. Es befinden sich zwischen 1-2 Bilder auf einer Seite, die genügend groß, aber nicht dominant sind.

Bei den dargestellten Stammbäumen, auf welche im Fließtext verwiesen wird, handelt es sich um eine Skizze Darwins und um einen ebenfalls sehr grob skizzierten molekularen Stammbaum der Lebewesen.

Aus den beiden Abbildungen lassen sich keine Verwandtschaftsverhältnisse, genaue Vorfahren etc. ablesen. Einzig, dass Tiere, Pflanzen und Pilze zu den Eukaryoten gehören, wird durch eine Umrahmung hervorgehoben. Der im Kompetenz-Check dargestellte Stammbaum gibt hingegen einen Stammbaum der Affen (*Anthropoidea*) wieder. Dieser entspricht der Darstellung von Stammbäumen, wie sie auch in Fachbüchern zu finden sind (siehe Abbildung 1). Er ist hinreichend beschriftet sowie gut verständlich.

g) Aufgabenstellungen, die sich direkt auf den Inhalt des Textes beziehen, finden sich am jeweiligen unteren Seitenrand und sind in drei Kategorien eingeteilt:

- **Wissen organisieren:** Diese Aufträge dienen dazu sich Fachwissen anzueignen (S. 5). Insgesamt sind fünf solcher Arbeitsaufträge vorhanden (S. 96, S. 98, S. 99). Bis auf eine Aufgabe zielen alle auf eine vertiefende Rechercharbeit ab. Die Ergebnisse werden in unterschiedlicher Weise (Diskussion, Vortrag, Spiel usw.) präsentiert. Bei der letzten Aufgabe soll mit Hilfe eines Bestimmungsschlüssel für Gliederfüßer argumentiert werden, warum Spinnen nicht zur Ordnung der Insekten gehören.
- **Erkenntnisse gewinnen:** Durch Beobachten und Experimentieren können eigene Erkenntnisse gewonnen und Hypothesen aufgestellt werden (S. 5). Hierzu findet sich eine Aufgabe (S. 99): Bei einem Spaziergang sollen drei Insekten gesammelt und mit Hilfe des im Buche vorhandenen Bestimmungsschlüssel ihre Taxa bestimmt werden.
- **Schlüsse ziehen:** Diese Aufgaben sollen dabei helfen Standpunkte zu begründen und die Inhalte mit dem Alltag zu verknüpfen (S. 5). Dazu findet sich eine Aufgabe aus der Paläontologie, die sich mit dem Einfluss eines Sexualdimorphismus-Fossil-Fundes auf die Systematik beschäftigt (S. 95). Am Ende der Großkapitel befindet sich zudem eine Doppelseite mit Kompetenz-Checks, deren Aufgaben wieder in diese drei Kategorien eingeteilt werden.

Alle Aufgaben sind präzise und nachvollziehbar formuliert und können selbstständig im Unterricht oder zuhause erarbeitet werden.

- h) Zu Beginn eines jeden Kapitels finden sich Online-Codes, die auf der Website des ÖBV zu weiterführendem Material führen. Außerdem befinden sich bei den Basiskonzepten am Seitenende ebenfalls zusätzliche Informationen. Die dazugehörigen Passagen im Text sind farblich markiert. Die zwei Sonderseiten am Ende des Kapitels („Methoden in der Praxis“ und „Blick in die Forschung“) vermitteln vertiefendes und teilweise schwierigeres Fachwissen. Im Anschluss findet sich eine Doppelseite „Wissenschaftliches Arbeiten“, die sich z. B. mit der Planung von Experimenten, dem Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten oder der Präsentation von Ergebnissen beschäftigt.

8.3. Ergebnisse der Analyse des Schulbuchs „bio@school 8“

8.3.1. Analyse der Eckdaten

Das Schulbuch „bio@school 8“ (Schermaier & Weisl, 2019) wurde nach dem Lehrplan 2018 aktualisiert und 2019 als 1. Auflage veröffentlicht. Es wurde vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung an allgemeinbildenden Schulen für den Unterrichtsgebrauch der 8. Klasse zugelassen. Andreas Schermaier unterrichtet Fachwissenschaft und Fachdidaktik Biologie an der Pädagogischen Hochschule Linz, zudem ist er Lehrer am BG/BRG Brucknerstraße Wels (Veritas, o.D.a). Herbert Weisl ist ebenfalls Lehrer am Europa- und Bundesgymnasium Salzburg-Nonntal und fungiert als Betreuungslehrer für das Unterrichtspraktikum an der AHS (Veritas, o.D.b).

Am Anfang des Buches befindet sich das Inhaltsverzeichnis (S. 4-5), in denen die verschiedenen Großkapitel „Genetik“, „Evolution 1 (Evolutionenmechanismen) & 2 (Vielfalt der Organismen)“ und „Biotechnologie betrifft uns alle“ zu finden sind. Die einzelnen Kapitel sind verschieden farblich markiert und beinhalten diverse Unterkapitel. Zudem sind sie in zwei verschiedene Kompetenzmodule (Semester 1 & 2) zusammengefasst.

Im Anhang befinden sich ein Glossar (S. 168), zudem noch eine Auflistung über verwendete Operatoren und deren Bedeutung (S. 178), ein Stichwortverzeichnis (S. 169-174), ein Kompetenzmodell und ein Themenpool (S. 175) sowie Basiskonzepte mit Erläuterungen und wo diese in den Exemplaren der bio@school - Reihe zu finden sind (S. 176-177). Außerdem werden an den Seitenrändern Erklärungen zu den Begriffen angeführt. Nach der letzten Seite am Kartonschlag befindet sich eine Übersicht über die geologischen Zeitalter und die Geschichte des Lebens auf der Erde. Es ist kein Bildquellen- oder Literaturverzeichnis zu finden.

Auf der ersten Seite sind die Änderungen seit der letzten Aktualisierung und ein Überblick über die Gliederung des Buches aufgelistet. Auf den Seiten 6 und 7 sind noch einmal die Basiskonzepte zu finden sowie ein Leitfaden zum Matura-Training: Bio-Check-Boxen, die verschiedene Arbeitsaufgaben enthalten, sollen die Schüler und Schülerinnen bei der Vorbereitung auf die Reifeprüfung unterstützen.

Sie weisen ebenso auf die entsprechenden Themen aus dem Themenpool und auf die Kompetenzen, die zur Lösung der Aufgabe erforderlich sind, hin.

bio@school 8	
Autor(en)	Schermaier Andreas, Weisl Herbert
Verlag	Veritas
Ort	Linz
Auflage und Publikationsjahr	1.Auflage (2019)
ISBN	978-3-7101-2236-1
Seitenzahl	178

Tabelle 9: Übersicht der Eckdaten des Buches „bio@school 8“

Das Cover des Buches ist in blau gehalten. Im hellblauen Hintergrund sind zwei DNA-Stränge abgebildet, der Titel des Buches ist mit einem dunkleren Blau unterlegt. Oberhalb des Titels stehen die Autoren, am rechten Rand in einem orange-gelben Dreieck ist die Schulstufe und am Seitenende der Verlag zu finden.

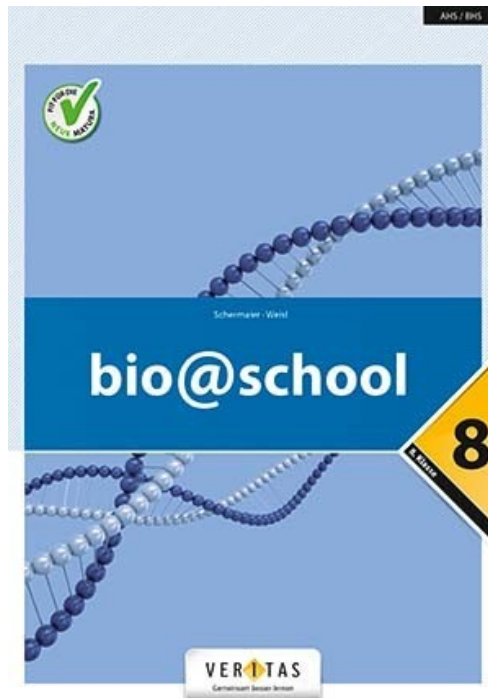


Abbildung 6: Cover des Buches „bio@school 8“

8.3.2. Inhaltsanalyse

8.3.2.1. Umfang botanischer Inhalte

Botanische Themen werden auf 11,5 Seiten (ca. 6,5% des Gesamtumfangs) behandelt, wobei vier Seiten in den Bereich der Genetik fallen und pflanzliche Organismen zur Veranschaulichung der Mendel'schen Regeln dienen.

Zoologische Inhalte werden auf 19,5 Seiten (ca. 11%) behandelt, wobei hier auch wieder vier Seiten auf die Genetik fallen.

Den größten Themenblock stellt das Thema Evolution dar, welches sich auf zwei Großkapitel mit insgesamt 56 Seiten (ca. 31%) aufteilt.

Am Ende eines jeden Großkapitels finden sich zwei Seiten mit Aufgaben zu Anwendungen der entsprechenden Basiskonzepte. Da vier Großkapitel behandelt werden, umfassen diese 8 Seiten (ca. 4,5%).

Bio@school 8 (Schermaier & Weisl, 2019). 179 Seiten		
Kapitel mit botanischen Inhalten	Umfang	
	Seitenanzahl	Prozentsatz
Genetik		
- Vererbungslehre	4	2,23
Biotechnologie		
- Biotechnologie bei Pflanzen	6	3,35
Evolution 2		
- Entstehung der Arten	0,5	0,28
- Biologische Evolution der Lebewesen	1	0,56
Gesamt	11,5	6,42
Zoologische Inhalte	19,5	10,89
Anwendung der Basiskonzepte	8	4,47

Tabelle 10: Übersicht über den Umfang botanischer / zoologischer Inhalte im Buch „bio@school 8“

8.3.2.2. Systematik

Darstellung von Systematik

Der Begriff Systematik kommt insgesamt zehn Mal vor, wobei im Kapitel Evolution 1 die Systematik nur erwähnt und in Evolution 2 näher darauf eingegangen wird:

- Im Kapitel Evolution 1 wird auf Carl von Linné als Begründer der Systematik hingewiesen (S. 76).
- Der Begriff Systematik kommt zwei Mal als Worterklärung in der Randspalte vor: „**Systematik** = Wissenschaft von der Vielfalt der Organismen und ihrer Gliederung und Ordnung“ (S. 76, S. 144).
- Systematik wird zwei Mal in farbig unterlegten Infokästchen hervorgehoben:

- „Die **Systematik** schafft mit der Gliederung in größere Verwandtschaftsverhältnisse Ordnung“ (Schermaier & Weisl, 2019, S. 144).
- „Die **phylogenetische** Systematik versucht die Einteilungen der Organismen und deren Stammesgeschichte zu kombinieren“ (S. 145).
- Im Fließtext wird zwei Mal der Begriff Systematik verwendet, um deren Funktion bzw. Ziele zu beschreiben (S. 144).
- Drei Mal in Basiskonzept-Kästchen (2x S. 143, 145).

Systematik wird in der Randspalte als eigene Wissenschaft beschrieben und findet sich unter dem Punkt „Die Entstehung der Arten – Vielfalt ist ein Markenzeichen des Lebens“ im Kapitel Evolution 2 wieder.

Das Ziel der Systematik besteht darin „[...] ein System zu erstellen, in das sich alle Lebewesen in abgestufter Ähnlichkeit bestimmter Merkmale (z. B. Körperbedeckung, Skelettbau) einordnen lassen“ (Schermaier & Weisl, 2019, S. 144).

Die Systematik ist im Kapitel Evolution eingebettet, sie wird daher eng mit evolutionären Prozessen und Inhalten verknüpft. Auch bei der Anwendung der Basiskonzepte (S. 167) werden Zusammenhänge zu ökologischen und evolutionären Inhalten hergestellt. Dies spricht für einen allgemeinbiologischen Strukturansatz.

Homologien, Analogien und ihre Auskunft über evolutionäre Zusammenhänge werden an anderer Stelle, im Kapitel Evolution 1 behandelt (S. 86-88). Dort wird ebenso Bezug auf Untersuchungen von Ähnlichkeiten mittels DNA-Analysen genommen.

Die Methode der DNA-Analyse wird nochmals im Kapitel Evolution 2 indirekt bei der Erstellung von phylogenetischen Stammbäumen aufgegriffen (S. 145). Hierbei gilt: „Je später zwei Arten von einem gemeinsamen Vorfahren abzweigten, desto ähnlicher sollten ihre DNA und ihre Aminosäureabfolgen sein“ (Schermaier & Weisl, 2019, S. 145).

Zur Veranschaulichung von Verwandtschaftsverhältnissen werden phylogenetische Stammbäume verwendet (siehe 8.3.4f). Die hierarchische Einteilung der Lebewesen kann aufgrund der Verzweigungen des Stammbaums abgelesen werden (S. 145).

Darstellung Taxonomie

Der Begriff Taxonomie kommt nicht vor, dafür aber Taxa. Dieser wird in der Randspalte als „Gruppe von Lebewesen, die zu einer systematischen Einheit gehören“ (Schermaier & Weisl, 2019, S. 144) definiert. Dort wird auch *taxis* als griech. für (An)Ordnung/Rang beschrieben. Im Fließtext wird Taxa als systematische Kategorie bezeichnet (S. 144). Es wird auf zwei Abbildungen verwiesen, die beide in unterschiedlicher Weise die hierarchische Klassifizierung des Leoparden (*Panthera pardus*) darstellen.

Arten werden im Zuge dieser hierarchischen Gliederung zu Gattungen, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm und Reich zusammengefasst. Jede übergeordnete Ordnungsstufe ist demnach umfassender als die vorhergehende.

Es werden auch Unterordnungen, Unterklassen und Unterstämme erwähnt. Die Anzahl der bekannten Reiche wird als umstritten bezeichnet und beläuft sich auf drei, fünf, sechs oder acht Reiche (S. 144).

Darstellung Nomenklatur

Carl von Linné wird in einem Satz in der Einführung in das Thema Systematik erwähnt: Er beschrieb im Jahr 1758 rund 9000 Pflanzen- und Tierarten (S. 144). Im Kapitel Evolution 1 wird er in einem groben Überblick über die wichtigsten Erkenntnisse der biologischen Forschung von 1750-1850 als Begründer der Systematik und binären Nomenklatur genannt (S. 76).

Die binäre Nomenklatur wird zwei Mal (S. 76, S. 144) in der Randspalte als der wissenschaftliche Name einer Tier- oder Pflanzenart bezeichnet. Dieser setzt sich aus einem großgeschriebenen Gattungsnamen und einem Artnamen zusammen. Im Fließtext wird binäre Nomenklatur als Doppelname für Lebewesen definiert, wobei der erste die Gattung und der zweite die Art bezeichnet (S. 144).

Als Beispiel dient der Leopard *Panthera pardus*, die wissenschaftlichen Namen werden allerdings im gesamten Analysematerial nicht kursiv geschrieben. Ansonsten werden auch keine Richtlinien oder Regeln zur Namensgebung genannt.

Verwendete Tiere / Pflanzen im Kapitel Systematik:

Pflanzliche Organismen werden nur in der Einführung kurz erwähnt, ansonsten werden Tiere zur Veranschaulichung verwendet.

Inhalt	S.	Verwendete Tiere	Verwendete Pflanzen
Einführung	144	Vögel, Blauwale	Mammutbäume
Taxonomie	144	Leopard (<i>Panthera pardus</i>)	-
Stammbaum	145	Raubtiere	-
Artbegriff	146	Maultier, Maulesel	-

Tabelle 11: Übersicht über die im Kapitel Systematik verwendeten zoologischen / botanischen Taxa im Buch „biologie 8“. Mehrfachnennungen wurden nicht berücksichtigt.

8.3.3. Lehrplanbezug

Da es sich beim Untersuchungsobjekt um ein Schulbuch der 8. Klasse AHS handelt, wird auf folgenden in 7.3 genannten Lerninhalt Bezug genommen:

Evolution als Basis für die Vielfalt der Organismen und für den Wandel von Ökosystemen, Organen und zellulären Strukturen.

Das Thema Evolution wird in 2 Großkapiteln behandelt: “Evolution 1 – Evolutionsmechanismen” und “Evolution 2 – Vielfalt der Organismen”.

“Evolution 1” (S. 73-103) beginnt mit der Geschichte der Evolutionsforschung und der Entwicklung der Evolutionstheorie von Charles Darwin. In einem Überblick über naturwissenschaftlichen Forschungen (S. 76) wird **Carl von Linné** als Begründer der Systematik und der binären Nomenklatur und seine Suche nach einer Ordnung der Vielfalt des Lebens angeführt. Es wird allerdings nicht näher darauf eingegangen.

Danach werden Belege für Evolution mit Verweis auf Paläontologie aufgezeigt. Es wird behandelt wie Fossilien entstehen, welche Arten von Fossilien und welche bedeutende Fossilienfunde sowie rezente Fossilien es gibt.

Im Anschluss werden Homologien als Folge gemeinsamer Abstammung und Analogien behandelt.

Es folgt ein Exkurs in die Populationsgenetik. Dort werden Themen wie natürliche Selektion, Gendrift, Mutationen, Genfluss und das Hardy-Weinberg-Gesetz näher erläutert. Das Kapitel wird mit dem Punkt "Evolution aus dem Alltag" am Beispiel von Antibiotikaresistenzen geschlossen.

Im Kapitel "Evolution 2" (S. 142-167) wird auf die Vielfalt der Organismen eingegangen. Zu Beginn wird Carl von Linné und seine damalige Anzahl an beschriebenen Tier- und Pflanzenarten genannt, danach werden aktuelle Zahlen zur bekannten Biodiversität von Pflanzen und Tieren angegeben - 1,8 Mio Tierarten und ca. 400.000 bekannte Pflanzenarten.

Es folgt ein Einblick in die **Systematik** (S. 144-145), in welchem Ziele, hierarchische Gliederung der Taxa, Methoden, phylogenetische Vorgehensweisen und Verwandtschaftsverhältnisse, sowie die binäre Nomenklatur von Carl von Linné behandelt werden. Anschließend wird auf unterschiedliche Definitionen des Artbegriffes, sowie auf verschiedene Möglichkeiten für die Neuentstehung von Arten eingegangen.

Es folgt ein Überblick über die Erd- und Evolutionsgeschichte vom Anfang des Lebens bis zum Menschen, welche in 10 "Top-Ereignisse" gegliedert wird: Bakterien sind erste Lebewesen, Organismen entwickeln Fotosynthese, Entwicklung von Eukaryoten, Entstehung von Vielzellern und Differenzierung der Zellen, Kambrische Explosion, Eroberung des Festlandes, Gliederfüßer erobern die Erde, Entwicklung von Pollen und Samen, Entwicklung des Amnioten-Eies, Massenaussterben. Das Kapitel endet mit der Evolution des Menschen.

Die Systematik wird im Rahmen des Basiskonzepts "Variabilität, Verwandtschaft, Geschichte und Evolution" unter dem Punkt „Vielfalt der Organismen und Systematik“ behandelt (S. 177). Dabei wird zwei Mal (S. 143, S. 145) auf dieses Basiskonzept verwiesen.

8.3.4. Fachdidaktische Vermittlung

- a) In der Einleitung zum Kapitel Evolution 2 wird die Systematik als „[d]as Studium der Organismen und ihre[r] Verwandtschaftsbeziehungen [...]“ (S. 143) und als wesentlich für Evolutionsforschung und ökologische Prozesse bezeichnet. Systematik ordnet die Vielfalt der Lebewesen in ein hierarchisches System und soll somit einen Überblick über die Vielfalt der Lebewesen geben (S. 144).
- b) Die Taxonomie wird anhand des Leoparden (*Panthera pardus*) in zwei unterschiedlichen Abbildungen veranschaulicht (S. 144). Beim phylogenetischen Stammbaum wird die Ordnung der Raubtiere, ebenfalls wieder mittels einer Abbildung, herangezogen (S. 145). Beim Artbegriff werden im Zuge von Fortpflanzungsbarrieren Maultiere bzw. Maulesel als Beispiel genannt (S. 146).
- c)
- c1) Insgesamt kommen 20 Begriffe vor, wobei zwei nur einmal, 7 zwischen zwei und drei Mal und elf mehr als drei Mal verwendet werden. 18 von 20 Begriffen (90%) werden also mindestens einmal wiederholt. Alle blau hinterlegten Begriffe kommen auch in Abbildungen und deren Beschriftungen vor. Dies ist besonders bei den verschiedenen taxonomischen Rangstufen (Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm, Reich) häufig der Fall. Im Fließtext werden kaum an anderen Stellen zuvor eingeführte Begriffe verwendet. Dies lässt sich aber auch auf den geringen Umfang des Kapitels Systematik und die Abhandlung vieler verschiedener Aspekte zurückführen.

Verwendeter Begriff	1 Mal	2-3 Mal	> 3 Mal
Art			x
Binäre Nomenklatur		x	
Biologischer / reproduktiver Artbegriff		x	

Doppelname		x	
Familie			x
Gattung			x
Homologie	x		
Klasse			x
Klassifizierung		x	
Morphologischer Artbegriff		x	
Ordnung			x
Phylogenie			x
Reich			x
Spezies	x		
Stamm			x
Stammbaum			x
Stammesgeschichte			x
System		x	
Systematik			x
Taxon / Taxa		x	

Tabelle 12: Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über alle im Schulbuch „bio@school 8“ verwendeten Begriffe zur Systematik. Gelb hinterlegte Begriffe kommen unter dem gleichen Abschnitt im Text vor, während blau hinterlegte Begriffe auch an anderen Stellen wie z. B. im Text, Glossar, Aufgabenstellungen etc. erwähnt werden. Die Spalten geben jeweils an, wie oft der Begriff erwähnt wird. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Gliederung der zu untersuchenden Bücher, wurden die Überschriften nicht berücksichtigt.

c2) Einzig bei der **binären Nomenklatur** finden sich Unstimmigkeiten. So wird nicht darauf hingewiesen, dass der Gattungsname immer groß und das Artepithet immer klein geschrieben wird. Im Buch wird auch kein wissenschaftlicher Name kursiv geschrieben. Alle anderen verwendeten Begriffe werden korrekt und genau definiert, entweder direkt im Text oder als Worterklärung in der Randspalte.

c3) Es werden mehr Fachtermini als Alltagsbezeichnungen verwendet. Allerdings ist dies schwierig zu beurteilen, da aufgrund des geringen Umfanges der Systematik wenig Text vorhanden ist.

c4) Dadurch, dass die Systematik in das Kapitel der Evolution eingebettet ist, stehen nur knappe drei Seiten zur Behandlung der wichtigsten Themen zur Verfügung. Deswegen finden sich viele neu eingeführte Begriffe und deren Worterklärungen auf einer Seite bzw. in der Randspalte, welche farblich geschrieben sind. So werden auf S. 144 alleine in der Randspalte acht Begriffe definiert, die ebenso im Text vorkommen, auf Seite 145 sind es hingegen nur drei und auf Seite 146 finden sich wieder fünf, wobei nur zwei für die Systematik relevant sind. Es kommen, abgesehen von Systematik relevanten Begriffen, auch noch andere vor, die zur Fülle der Begriffe beitragen. Durch die gefüllten Randspalten wirkt die Seite auch überladen und es ist nicht leicht ersichtlich, wo die entsprechenden Wörter im Text zu finden sind, da auch die Infokästchen farblich hinterlegt sind. Da auch viele bunte Abbildungen verwendet werden, sind die Begriffe teilweise schwer zu finden.

d) Im Bereich der Systematik ist eine Verknüpfung mit Pflanzen durch alltagsbezogene Themen nur bei der Entstehung von Arten durch Polyploidisierung gegeben. Dort werden verschiedene Nutzpflanzen, wie der Saatweizen, welcher zum Brotbacken verwendet wird, als Beispiele genannt (S. 147).

e) Als gemeinsame Merkmale, nach denen Lebewesen geordnet werden können, werden Körperbedeckung und Skelettbau genannt (S. 144), in weiterer Folge wird auf Homologien und DNA-Analyse verwiesen (S. 145). Allerdings werden nur tierische Organismen als Anschauungsbeispiel herangezogen.

f) Bei den verwendeten Bildern handelt es sich um schematische Darstellungen von Stammbäumen bzw. hierarchische Klassifizierungen. Die darin abgebildeten Tiere sind gezeichnet. Es werden keine Pflanzen darin dargestellt. Alle Bilder sind nummeriert und beschriftet, wobei bei zwei Grafiken die abgebildeten Inhalte sehr genau beschrieben werden. Es wird auf drei Abbildungen im Fließtext verwiesen, wobei die vierte als Anschauungsbeispiel für einen Arbeitsauftrag dient.

Obwohl die hierarchische Klassifizierung auf 3 verschiedene Arten dargestellt wird, so werden für die verschiedenen Taxa in allen drei Abbildungen dieselben Farben verwendet. Die Bilder sind hinreichend groß und nehmen inklusive ihrer Bildunterschriften fast die Hälfte der Seite ein.

- g) Am Ende eines jeden Großkapitels befindet sich eine Doppelseite mit Aufgabenstellungen für die Anwendung der Basiskonzepte. Diese sind hellblau hinterlegt und beinhalten neben den entsprechenden Basiskonzepten auch noch eine Legende über die erforderlichen Kompetenzen.

Eine Teilaufgabe des Großkapitels „Evolution 2“ beschäftigt sich mit der Systematik: Ein Stammbaum der Pferdeartigen soll unter Berücksichtigung deren Verbreitung auf verschiedene Kontinente beschrieben werden (S. 167). Der abgebildete Stammbaum ist vereinfacht dargestellt und in ein Koordinatensystem eingebettet, dessen beide Koordinatenachsen die Zeitalter vom Paläozän bis Holozän (in Millionen Jahre) beschreiben. Diese sind jedoch unterschiedlich skaliert, sodass der Eindruck entstehen kann, dass die Zeitabschnitte der x-Achse länger andauern, als die der y-Achse. Zudem sind sehr viele Beschriftungen in der Abbildung enthalten, sodass es schwerfallen kann, die gegebenen Informationen richtig auszuwerten.

Aufgaben innerhalb eines Kapitels werden in farblich umrahmten Bio-Check-Boxen gestellt. Hier sind ebenfalls die zu erwerbenden Kompetenzen aufgelistet. Zum Thema Systematik findet sich eine solche Aufgabe (S. 145): Es soll eine schematisch vereinfachte Stammbaum-Rekonstruktion von Hauskatze, Wolf, Pferd, Leopard und Schildkröte erfolgen. In der Aufgabenstellung wird Schritt für Schritt erklärt, wie und nach welchen Merkmalen dieser erstellt werden kann. Außerdem ist ein Schema der Stammesgeschichte der Wirbeltiere abgebildet, nach deren Beispiel die Aufgabe gelöst werden kann. Somit ist die Aufgabe nachvollziehbar formuliert, dient zur Festigung der gelernten Inhalte und kann selbständig erarbeitet werden.

- h) Zusätzliche Materialien finden sich im E-Book, jedoch sind dort nicht alle Materialien frei zugänglich. Im Buch selber wird beim Thema Systematik einmal mit einer abgebildeten Computermouse darauf hingewiesen, ansonsten werden keine weiterführenden Quellen angegeben.

9. Diskussion

Ziel der durchgeführten Analyse (siehe Kapitel 8) war es festzustellen, wie das Thema „botanische Systematik“ in ausgewählten Schulbüchern (siehe 5.1) der 7. und 8. Klasse AHS dargestellt und vermittelt wird. Die Resultate der Untersuchung sollen nun ausführlich diskutiert werden.

In diesem Kapitel folgt ein zusammenfassender Vergleich des Untersuchungsmaterials. Dabei werden mögliche Trends und Mängel festgehalten und die Ergebnisse unter Bezugnahme der Erkenntnisse der jeweils relevanten Theorie betrachtet.

Zu Beginn findet eine Analyse des Umfangs botanischer Themen im Vergleich zu zoologischen Themen statt (siehe 9.1). Danach folgt eine vergleichende Untersuchung der Darstellung der Systematik (9.2), der verwendeten Begriffe (9.3), Abbildungen (9.4), Arbeitsaufträge (9.5) und Lehrplanbezügen (9.6).

In Kapitel 9.7 erfolgt eine Gesamtbewertung der Schulbücher hinsichtlich ihrer in 9.1 – 9.6 festgestellten Stärken und Schwächen. Es werden konkrete Empfehlungen angegeben, die aufgrund ihrer Relevanz und Aktualität bei der Erstellung zukünftiger Schulbücher aufgegriffen und ergänzt werden sollten.

9.1. Umfang botanischer Themen in Schulbüchern

Botanische Inhalte nehmen durchschnittlich ca. 10% der Biologieschulbücher ein (45,5 von 459 Seiten), während der Anteil an zoologische Themen mit etwa 20% doppelt so hoch ist (94 von 459 Seiten). Der Großteil der Inhalte in den Schulbüchern widmet sich v. a. human-, mikro- und molekularbiologischen Themen. Dies ist u.a. deshalb relevant, weil ein gewisser Umfang als Rahmenbedingung notwendig ist, um die verschiedenen Inhalte vielfältig und vertiefend vermitteln zu können (siehe 9.6). Außerdem nutzen viele Lehrer und Lehrerinnen das Schulbuch als Orientierungshilfe und / oder richten ihren Unterricht danach aus (Killermann et al., 2013). Weniger Umfang bedeutet also weniger inhaltliche und didaktische Entfaltungsmöglichkeiten, die Themen aufzuarbeiten bzw. zu vermitteln.

Wobei zu erwähnen ist, dass die Quantität alleine kein gültiges Richtmaß für die Qualität darstellt (Flick, Kardorff & Steinke, 2017).

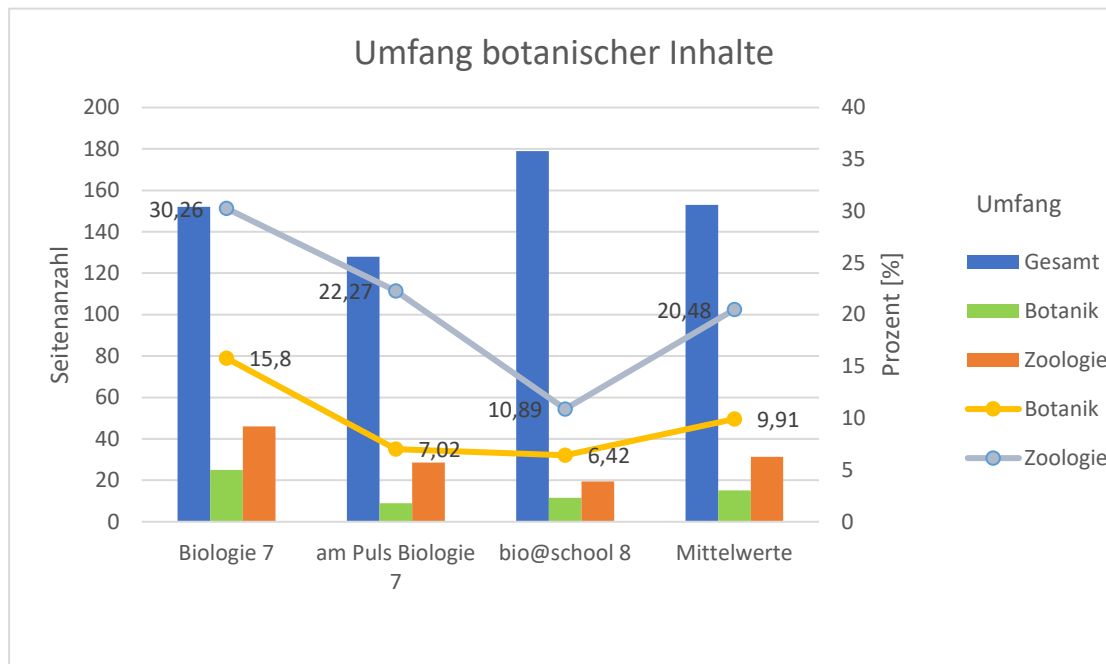


Abbildung 7: Diagramm zum Umfang botanischer (grüne Säulen) und zoologischer Inhalte (orange Säulen) im gesamten Biologiebuch (blaue Säulen). In Seitenanzahl und Prozent angegeben. Analytierte Schulbücher: v.l.n.r. „Biologie 7“, „am Puls Biologie 7“, „bio@school 8“, ganz rechts: Mittelwerte

Außerdem ist zu erkennen, dass in den aktuelleren Ausgaben die Botanik nicht mehr als einzelnes Kapitel am Ende des Buches zu finden ist, sondern botanische Inhalte immer wieder in verschiedenen Bereichen aufgegriffen werden (siehe Tabelle 2; Tabelle 6; Tabelle 10). Dies deckt sich mit dem empfohlenen allgemeinbiologischen Strukturansatz, horizontale und vertikale Verknüpfungen herzustellen und so eine breitere Fläche für emotionale Begegnungen mit der Natur und besonders den Pflanzen zu schaffen (Berck & Graf, 2018; Killermann et al., 2013; Pany & Heidinger, 2015).

Trotzdem wird zoologischen Inhalten immer noch doppelt so viel Umfang zur Verfügung gestellt als der Botanik. Die im Zuge der „Plant Blindness“ erwähnte Überrepräsentation (siehe 4.2) der Zoologie findet sich also auch in den analysierten Schulbüchern wieder, nicht nur in Bezug auf den Umfang, sondern auch auf andere Faktoren wie die Verwendung von Tieren als exemplarische Arten (siehe 9.2) oder in Abbildungen (siehe 9.4). Diese Aspekte begünstigen das Phänomen der Plant Blindness bzw. wirken sie sich zumindest nicht positiv auf die Interessensbildung von Schülern und Schülerinnen aus (siehe 4.2.2).

9.2. Darstellung von Systematik

Das Thema Systematik wird im Schulbuch „Biologie 7“ auf 18 Seiten, in „am Puls Biologie 7“ auf 5 Seiten und in „bio@school 8“ auf 2,5 Seiten behandelt.

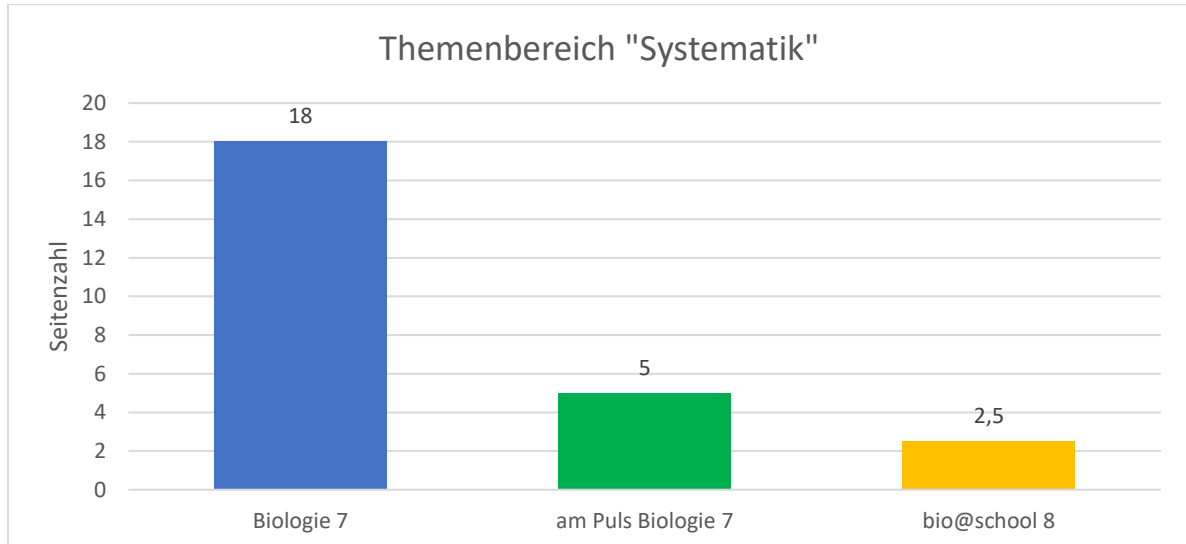


Abbildung 8: Umfang der Inhalte des Themenbereichs „Systematik“ in den drei analysierten Schulbüchern v.l.n.r. „Biologie 7“, „am Puls Biologie 7“, „bio@school 8“

Der große Unterschied bezüglich des Umfangs dürfte darin liegen, dass im Buch „Biologie 7“ die Systematik als Großkapitel behandelt wird, während sie in den anderen beiden Ausgaben als Unterkapitel der Biodiversität („am Puls Biologie 7“) bzw. der Evolution („bio@school 8“) erscheint. Allerdings ist auch anzumerken, dass bei „bio@school 8“, da es sich um ein Schulbuch der 8. Klasse AHS handelt, andere Lerninhalte als bei den übrigen beiden im Vordergrund stehen (siehe 7.3). Deswegen überrascht es, dass der Unterschied zwischen „Biologie 7“ und „am Puls Biologie 7“ sehr viel größer ist, als der zwischen „am Puls Biologie 7“ und „bio@school 8“. Es wäre wohl aufgrund der verschiedenen Jahrgänge das Gegenteil anzunehmen gewesen.

Beim „Biologie 7“ Schulbuch handelt es sich um das älteste Exemplar der drei untersuchten Bücher, es wurde 2006 für den Unterrichtsgebrauch zugelassen (siehe 8.1.1). Bei diesem liegt ein streng systematisch-taxonomischer Strukturansatz vor, in dem die Systematik als eigenständiges Kapitel ohne Verknüpfungen zu allgemeinbiologischen Themen gehandhabt wird (siehe 8.1.2.2).

Im Gegensatz dazu stehen die beiden aktuelleren Bücher, die 2018 („am Puls Biologie 7“) bzw. 2019 („bio@school 8“) publiziert wurden. Obwohl es sich bei diesen um Schulbücher verschiedener Jahrgangsstufen handelt, sind in beiden Exemplaren wiederholt Verknüpfungen zu allgemeinbiologischen und alltagsbezogenen Themen zu finden (siehe 8.2.2.2; 8.3.2.2).

Emotionale Begegnungen mit Pflanzen sind in zwei von drei Büchern („Biologie7“ und „bio@school 8“) gegeben. Allerdings wird in „bio@school 8“ nur ein Beispiel genannt, in welchem Pflanzen mit einer Alltagssituation verknüpft werden (siehe 8.1.4d; 8.2.4d; 8.3.4d). Deswegen kann nicht wirklich von einer ausreichenden Auseinandersetzung mit Pflanzen gesprochen werden. Da emotionale Auseinandersetzungen u. a. zur Entwicklung von Interesse beitragen und sich somit auf einen positiven Lernerfolg auswirken können (Berck & Graf, 2018; Killermann et al., 2013; 4.2.1; 4.2.2), wären hier vermehrte Begegnungen mit Pflanzen angebracht, sei dies in Form von Verknüpfungen mit dem Alltag, Diskussionen, Arbeitsaufträgen oder freie Natur (Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013).

Definition Systematik

Die Definitionen von Systematik unterscheiden sich in allen drei analysierten Schulbüchern deutlich voneinander: In „bio@school 8“ wird die Systematik korrekterweise als eigene Wissenschaft bezeichnet (dies wird allerdings nur in der Randspalte kurz angemerkt), in „am Puls Biologie 7“ wird sie hingegen mit einem System gleichgestellt, während in „Biologie 7“ ganz auf die Angabe einer Definition verzichtet wird.

Die Bedeutung der Systematik als Fundament des Biologieunterrichts (siehe 4.1.1), sowie auch für andere Teilbereiche der Biologie (4.2) wird in allen drei Büchern ungenügend vermittelt. Es wird lediglich indirekt auf ihre Bedeutung für die Evolutionsforschung eingegangen (siehe 8.1.4a; 8.2.4a; 8.3.4a).

Die Aufgabe der Systematik wird in allen drei Büchern gleich geschildert: Alle Lebewesen sind nach ihren gemeinsamen Merkmalen in ein (hierarchisch) gegliedertes System einzuordnen. Über die Methode des Vergleichens von morphologischen und anatomischen Merkmalen folgt eine Hinführung zu DNA-Analysen, deren Ergebnisse genauere Aussagen über Verwandtschaftsverhältnisse

liefern. Dies deckt sich auch mit der Empfehlung von Krüger & Burmester (2005) an die morphologisch geprägten Klassifikationen anzuschließen und diese mit taxonomischen Ordnungsprinzipien zu ergänzen (siehe 2.1.1).

Allerdings werden in den aktuelleren Schulbüchern („am Puls Biologie 7“ und „bio@school 8“) zur Veranschaulichung der Methoden keine Pflanzen verwendet, obwohl laut Krüger & Burmester (2005) dies im Biologieunterricht von Vorteil wäre, da den Schülern und Schülerinnen das Ordnen von Pflanzen mit systematischen Methoden leichter fällt als mit Tieren (siehe 4.1.3).

Ein motivierender Einstieg in das Thema Systematik erfolgt bei „am Puls Biologie 7“ und „bio@school 8“ hauptsächlich bzw. nur durch tierische Organismen (siehe 8.2.2.2; Tabelle 7; 8.3.2.2; Tabelle 11). In „bio@school 8“ werden zwar auch Mammutbäume genannt, allerdings erst am Ende des Absatzes, während zuvor zwei tierische Taxa behandelt wurden.

Die Verwendung von Tieren als exemplarische Arten ist nicht nur in der Einführung vorherrschend, auch in weiteren Inhalten werden bevorzugt Tiere verwendet (siehe Tabelle 7; Tabelle 11). „am Puls Biologie 7“ verwendet zwar häufiger Pflanzen, als „bio@school 8“, allerdings werden diese nur genau einmal erwähnt und es wird nicht näher auf diese eingegangen.

Einzig bei „Biologie 7“ herrscht ein ausgeglichenes Verhältnis von verwendeten Pflanzen- bzw. Tierarten vor (siehe 8.1.2.2; Tabelle 3), wobei im Bereich der Taxonomie und der Methode des Vergleichens Pflanzen im Vordergrund stehen.

Da Artenkenntnisse zur emotionalen Bereicherung und somit auch zur Interessensbildung von Schüler und Schülerinnen beitragen können (Berck & Graf, 2018), sollten besonders in den aktuelleren Ausgaben vermehrt Pflanzen eingesetzt werden.

Verwandtschaftsverhältnisse werden in allen drei Schulbüchern v. a. unter dem Aspekt der DNA-Analyse behandelt. Bei allen dreien gilt: je ähnlicher Merkmale bzw. DNA-Abschnitte sind, desto näher sind die Organismen miteinander verwandt. Verwandtschaftsverhältnisse werden durch phylogenetische Stammbäume dargestellt. Hierbei steht die natürliche Ordnung der Lebewesen und die Erforschung ihrer Evolutionshistorie im Vordergrund. Allerdings wird nicht immer klar erläutert, wie ein Stammbaum richtig zu interpretieren ist. So wird in „am Puls

Biologie 7“ zwar darauf hingewiesen, dass die Äste des Stammbaums korrigiert werden können, allerdings wird nicht näher darauf eingegangen, was diese Äste darstellen. Bei „bio@school 8“ wird nur darauf hingewiesen, dass die Verzweigungen des Stammbaumes die hierarchische Einteilung der Lebewesen widerspiegeln. Auch bei „Biologie 7“ wird nur erwähnt, dass ein Stammbaum aus den Verwandtschaftsverhältnissen rekonstruiert werden kann (siehe 8.1.2.2; 8.2.2.2; 8.3.2.2).

Eine fachliche Klärung von gemeinsamen Vorfahren, Darstellung verschiedener Taxa, Schwesterngruppen etc. wäre hier durchaus von Vorteil, denn auch das Fachwissen leistet einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Interesse (Berck & Graf, 2018).

9.3. Begriffe

Taxonomie:

Der Begriff Taxonomie kommt nur in einem analysierten Buch „am Puls Biologie 7“ vor. Die vorhandene Definition würde aber eher auf den Begriff der Systematik zutreffen (siehe 8.2.4c2).

In allen drei Büchern wird der Begriff Taxon verwendet, wobei sich die Definitionen gleichen. Die Taxa, die in allen drei Schulbüchern genannt werden sind: Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse, Stamm, Reich. Zusätzlich werden noch Domäne („am Puls Biologie 7“) Unterordnung, Unterklasse, Unterstämme („bio@school 8“) und Überabteilung, Unterreich („Biologie 7“) angeführt.

Nomenklatur:

Die Binäre Nomenklatur wird in allen drei Büchern erwähnt. Zudem ist allen Beschreibungen gemein, dass deren Funktion in der Benennung eines Lebewesens mit einem wissenschaftlichen Namen besteht. Dieser setzt sich aus Gattungs- und Artnamen zusammen.

In „Biologie 7“ dient binäre Nomenklatur als Einführung in das Großkapitel Systematik. Es wird auf die Problematik der Verwendung von Volksnamen und die korrekte Schreibweise hingewiesen. Wichtig ist Carl von Linné, der als Begründer der binären Nomenklatur genannt wird.

Auch in „am Puls Biologie 7“ wird auf die korrekte Schreibweise und Aufteilung in Gattungs- und Artnamen eingegangen. Ebenso wird Carl von Linné als Urheber der binären Nomenklatur genannt.

Einzig in „bio@school 8“ werden die binäre Nomenklatur und Carl von Linné unzureichend behandelt. Es wird in einem anderen Kapitel in einem Satz Linné als Begründer der binären Nomenklatur genannt, ebenso wird er in der Einleitung nur einmal kurz erwähnt. Weiters wird nicht auf ihn oder seine Leistungen eingegangen. Die binäre Nomenklatur wird zwar auch als Doppelname, der sich aus Gattungs- und Artnamen zusammensetzt, jedoch wird der wissenschaftliche Name kein einziges Mal kursiv geschrieben.

In keinem der Schulbücher wird auf weitere Regeln zur Festlegung wissenschaftlicher Namen eingegangen (siehe 2.3.1).

Verwendung weiterer Basisbegriffe:

Begriffe erleichtern nicht nur die Orientierung in der Welt, sie sind zudem auch wichtig, um Phänomene benennen und v. a. um sie verstehen zu können (Berck & Graf, 2018; siehe 4.1.2).

In den analysierten Büchern werden zwischen 20-26 Begriffe der Systematik eingeführt. Die verwendeten Begriffe decken die systematischen Inhalte gut ab (siehe Kapitel 2) und können somit zu den Basisbegriffen, die ein jeder Schüler und jede Schülerin beherrschen sollte und für das Verständnis notwendig sind, gezählt werden. Ein wichtiger Begriff, der in „Biologie 7“ fehlt, in den beiden anderen Exemplaren hingegen erwähnt wird, ist der des Artbegriffes.

Fachbegriffe sollten dann verwendet werden, wenn diese auch im sprachlichen Alltagsgebrauch zu finden sind oder es leicht zu Fehlvorstellungen seitens der Schüler und Schülerinnen kommen kann. Andernfalls ist die Verwendung von Alltagsnamen hinreichend (Berck & Graf, 2018; siehe 4.1.2).

Dies wird in „Biologie 7“ und „am Puls Biologie 7“ angemessen umgesetzt: Jeder Begriff wird zwar als Fachterminus eingeführt, allerdings werden in weiterer Folge die geläufigeren Alltagsnamen verwendet (siehe 8.1.4c3; 8.2.4c3). Auch ist die Anzahl der eingeführten Begriffe mit 3-5 pro Seite auf ein überschaubares Maß beschränkt, wodurch es nicht zu Überforderungen kommen sollte (siehe 4.1.2; 8.1.4 c4; 8.2.4 c4). Die Texte sind demnach informativ, jedoch leicht verständlich.

In „bio@school 8“ finden sich im Fließtext viele Fachbegriffe und relativ wenig Alltagsnamen. Dies hängt wahrscheinlich mit dem geringen Textumfang zusammen, da die Begriffe hauptsächlich eingeführt und an anderen Textstellen nicht oft wiederverwendet oder näher erläutert werden (siehe 8.3.4c3 + Tabellen).

Demnach ist die Anzahl der eingeführten Begriffe mit durchschnittlich 7 Begriffen pro Seite viel höher als bei den anderen beiden Büchern. Außerdem werden die Begriffe auch in der Randspalte angeführt, was dazu führt, dass die Seite optisch überladen wirkt (8.3.4c4).

Der Systematik wird in diesem Buch sehr wenig Umfang zur Verfügung gestellt. Die notwendigen Begriffe und wesentliche Inhalte werden zwar behandelt, eine Zusammenfassung auf knappe 3 Seiten ist also möglich. Allerdings gilt es zu hinterfragen, ob die oberflächliche Abhandlung vieler Begriffe und Prinzipien förderlich für den Lernerfolg der Schüler und Schülerinnen ist.

9.4. Abbildungen

„am Puls Biologie 7“ und „Biologie 7“ verwenden verschiedene Arten von Abbildungen: Fotos, Comics, Schemas, Skizzen etc., während „bio@school 8“ nur schematische Darstellungen verwendet. In allen drei Büchern beziehen sich die Abbildungen auf die Inhalte des Textes und es finden sich dort ebenso Verweise zu den entsprechenden Bildern. Alle sind nummeriert und beschriftet, sodass die passenden Abbildungen schnell gefunden werden können (8.1.4f; 8.2.4f; 8.3.4f).

In der Regel befinden sich maximal 2-3 Bilder pro Seite, die alle genügend groß und aussagekräftig sind.

Ein großer Mangel liegt bei der Darstellung von Stammbäumen vor: Diese liegen meist in Form von Skizzen bzw. Comics vor und sind (bis auf insgesamt zwei Abbildungen) unzureichend beschriftet und sehr vereinfacht dargestellt, sodass Verzweigungen und gemeinsame Vorfahren nicht immer klar ersichtlich sind. Somit fällt es schwer konkrete Aussagen über Verwandtschaftsverhältnisse und evolutionäre Entwicklungen zu treffen. (siehe 8.3.4f; 8.2.2.2; 8.3.4g).

Außerdem werden in allen drei Schulbüchern geschlossene Abbildungen verwendet, die im Gegensatz zu offenen Bildern nur Informationen vermitteln und nicht zu Diskussionen einladen. Daher wäre laut Berck & Graf (2018) die Verwendung von offenen Bildern förderlicher,

Abbildungen von Pflanzen sind nur in „Biologie 7“ zu finden, in den aktuelleren Ausgaben werden nur Tiere abgebildet.

Da Abbildungen nicht nur die Textverständlichkeit, sondern auch die Motivation und den Lernerfolg erhöhen sollen (Eschenhagen et al., 2001), sollten im Zuge der Plant Blindness wesentlich mehr Abbildungen von Pflanzen vorhanden sein.

9.5. Arbeitsaufträge

Die gestellten Aufgaben müssen laut Berck & Graf (2018) auf ihren Lerneffekt, ihre Durchführbar- und Lösbarkeit überprüft werden (siehe 6.3.6). Zudem sollten sie die Selbständigkeit der Schüler und Schülerinnen anregen und ohne Hilfestellungen durchführbar, außerdem präzise und motivierend formuliert sein (Eschenhagen et al., 2001; 6.3.6).

In „bio@school 8“ sind nur zwei Aufgaben zu finden: eine davon ist ohne Hilfe durchführbar und lösbar, wohingegen dies bei der anderen Aufgabe aufgrund der angeführten, mangelhaften Abbildung nicht gemeinhin gegeben ist (siehe 8.1.4g). Diese Aufgaben dienen nur zur Wiederholung und Festigung des gelernten Inhalts. Die Aufgaben von „am Puls Biologie 7“ können alle selbständig von den Schülern und Schülerinnen außerhalb oder während des Unterrichts bearbeitet und gelöst werden. Es werden auch viele verschiedene Aufgabentypen gestellt, zu denen vertiefende Recherchen, Begegnungen mit der Natur, argumentieren und diskutieren, experimentieren usw. zählen (siehe 8.2.4g). Die unterschiedlichen

Aufgabentypen wirken nicht nur motivierend, sie dienen zusätzlich dem Erwerb verschiedener Kompetenzen wie dem Aneignen von Fachwissen, dem Erkenntnisgewinn oder dem Begründen von Standpunkten (siehe 8.2.4g).

Bei „Biologie 7“ werden auch verschiedene Aufgabentypen verwendet, allerdings können die Schüler und Schülerinnen nicht alle Aufgaben selbstständig lösen, da die Lehrperson oder ein Labor benötigt wird. Die Aufgaben beschäftigen sich mit Recherchearbeiten, Begegnungen mit der Natur, der Festigung des Wissens und Laborarbeit (siehe 8.1.4g).

Alle Aufgaben beziehen sich auf die Inhalte der jeweiligen Seite und sind klar und präzise formuliert. Allerdings werden nur bei „Biologie 7“ Aufgaben gestellt, die sich mit Pflanzen beschäftigen. In den beiden anderen Schulbüchern wird nur auf Tiere In „bio@school 8“ können die Arbeitsaufträge daher als mangelhaft bezeichnet werden, während bei „Biologie 7“ und besonders bei „am Puls Biologie 7“ die Aufgaben nicht nur die Selbstständigkeit und den Kompetenzerwerb der Schüler und Schülerinnen fördern, sondern auch Begegnungen mit der Natur geschaffen werden. Begegnungen mit Pflanzen finden sich nur in „Biologie 7“.

Weiterführende Quellen

Weiterführende Quellen regen nicht nur zum selbstbestimmten Arbeiten bzw. Lernen an, durch den geringen Umfang botanischer Inhalte macht eine Verlagerung der botanischen Inhalte nach außen bzw. eine Verknüpfung mit lebensnahen Inhalten durchaus Sinn, um diese Unterrepräsentation zu kompensieren (Killermann et al., 2013).

In „Biologie 7“ finden sich keine weiterführenden Quellen oder Verweise auf zusätzliche Literatur, nur Zusatzstoffe innerhalb des Buches. „am Puls Biologie 7“ verweist zu Anfang eines jeden Kapitels auf Online-Codes, die zu weiterführendem Material führen. Zusätzliche Informationen, die sich auf Textpassagen beziehen, sind auch am Seitenende zu finden. Am Ende eines jeden Kapitels befinden sich die Sonderseiten, die einen Einblick ins wissenschaftliche Arbeiten, in die Forschung und in die Methoden in der Praxis geben.

In „bio@school 8“ gibt es ebenfalls Online-Materialien in Form eines E-Books, allerdings sind nicht alle Materialien frei zugänglich. Auch finden sich zu manchen Inhalten zusätzliche Informationen im Text.

9.6. Lehrplanbezug

Die Lerninhalte der 7. Klasse AHS beinhalten die „Entstehung und Ordnung biologischer Vielfalt“, so wie den Punkt „Systematik und Taxonomie“. Die Auseinandersetzung mit den Lerninhalten des Lehrplans ist in den beiden analysierten Schulbüchern („Biologie 7“ und „am Puls Biologie 7“) gegeben. Da jedoch genaue Vorgaben zu konkreten Themen oder Umfang fehlen, fällt die Umsetzung sehr unterschiedlich aus:

In „Biologie 7“ stehen die Systematik und Taxonomie im Vordergrund. Die biologische Vielfalt wird indirekt vermittelt, ebenso wie ihre Entwicklungsgeschichte. Es stehen Ordnungskriterien, Methoden, phylogenetische Systematik und verschiedene Taxa im Vordergrund (siehe 8.1.3).

In „am Puls Biologie 7“ wird umgekehrt die Systematik im Großkapitel Biodiversität eingebettet. Zuerst werden die Bedeutung und Schutzmaßnahmen der Biodiversität erläutert, ehe auf ihre Klassifikation und systematische Methoden eingegangen wird. Die Entdeckung neuer Arten und ihre Abstammungsgeschichte werden ebenfalls indirekt unter dem Aspekt der phylogenetischen Systematik behandelt (siehe 8.2.3). Die behandelten Inhalte zum Thema Systematik sind in beiden relativ gleich, sie unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem Umfang und werden demnach in „Biologie 7“ noch ausführlicher ausgearbeitet.

In der 8. Klasse AHS steht als Lerninhalt die „Evolution als Basis für die Vielfalt der Organismen und für den Wandel von Ökosystemen, Organen und zellulären Strukturen“ im Vordergrund (siehe 7.3). In „bio@school 8“ widmen sich zwei Großkapitel intensiv dem Thema Evolution, die Systematik wird dagegen nur sehr kurz auf wenigen Seiten behandelt (siehe 8.3.3). Trotzdem werden die wichtigsten Basisbegriffe und Methoden angeführt, jedoch fehlen durch den geringen Umfang wichtige Faktoren für die Gewährleistung eines guten Lernerfolgs, wie die Begrenzung und Wiederholung eingeführter Begriffe, die Verwendung von Alltagsnamen oder vermehrte Darstellungen durch Abbildungen (siehe 8.3.4c; 8.3.4f).

Basiskonzepte und Kompetenzmodelle werden nur in den beiden aktuelleren Büchern „am Puls Biologie 7“ und „bio@school 8“ angewandt. Beim Thema Systematik wird einmal auf das Basiskonzept „Reproduktion“, ansonsten auf „Variabilität, Verwandtschaft, Geschichte und Evolution“ verwiesen. Die Basiskonzepte zeigen grundlegende Prozesse und Methoden in der Biologie auf und verknüpfen die Inhalte mit anderen Teilbereichen der Biologie. Somit erfüllen sie ihre Funktion grundlegende Muster in der Biologie zu erkennen. Die Kompetenzaufgaben bereiten die Schüler und Schülerinnen auf ihre bevorstehende Reifeprüfung vor und verknüpfen die Inhalte mit der Allgemeinen Biologie. In „Biologie 7“ fehlen die Basiskonzepte sowie die Kompetenzmodelle gänzlich.

9.7. Gesamtbewertung

Die Gesamtbewertung erfolgt durch eine vergleichende Analyse der Schulbücher aufgrund ihrer Stärken und Schwächen. Dabei wurden als „Stärke des Buches“ jene Aspekte bezeichnet, die mit der Theorie bzw. Empfehlungen der Autoren übereinstimmen. Jene Inhalte, die Mängel aufweisen, wurden als „Schwäche des Buches“ gekennzeichnet.

Außerdem wurden Besonderheiten oder besonders relevante Inhalte der jeweiligen Bücher bei der Bewertung berücksichtigt. Für jedes Buch folgen konkrete Empfehlungen aus der Theorie und Literatur zur Behebung der Mängel.

9.7.1. Biologie 7

Zu den **Stärken** des Schulbuches „**Biologie 7**“ zählen folgende Aspekte:

- Darstellung der Aufgaben und Methoden der Systematik
- **Pflanzen:**
 - werden als Einstieg / Motivation verwendet
 - dienen als exemplarische Arten
 - werden in sehr vielen Abbildungen dargestellt
 - werden in Aufgabenstellungen berücksichtigt
- Verwendete Basisbegriffe

- Verhältnis von **Alltagssprache / Fachtermini** angemessen: Text ist informativ und leicht verständlich
- Aufgaben:
 - Verschiedene Aufgabenstellungen
 - Aufgaben beziehen sich auf den Inhalt der Seite
- **Abbildungen:**
 - Sehr viele verschiedene Abbildungen
 - Beziehen sich auf den Text - Textverständnis

Zu den **Schwächen** von „**Biologie 7**“ zählen folgende Aspekte:

- Streng systematisch-taxonomischer Strukturansatz
- Fehlen der emotionalen Begegnung mit Pflanzen im Alltag
- Fachliche Mängel
 - Fehlende Definition von Systematik
 - Fehlende Definition von Taxonomie
 - Fehlender Artbegriff
 - Unzureichende Definition des phylogenetischen Stammbaums
 - Vermittlung von Verwandtschaftsverhältnissen
 - Auswerten von phylogenetischen Stammbäumen
 - Gleichsetzung von Systematik mit System
- Fehlende Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und die Biologie
- Nicht alle Aufgaben selbstständig durchführbar
- Keine weiterführenden Quellen vorhanden

Empfehlungen zum Buch „Biologie 7“		
Konkrete Empfehlung	Verweise auf Diplomarbeit	Verweise auf verwendete Literatur
Verwendung eines allgemeinbiologischen Strukturansatzes	4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013

Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen	4.2; 4.2.1; 4.2.2; 9.2	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al., 2013; Weberling & Stützel, 1993
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit: - Basisbegriffe der Systematik (korrekt) definieren - korrekte Verwendung der Begriffe: System nicht mit Systematik gleichstellen - komplette Vermittlung zur Auswertung phylogenetischer Stammbäume	2.1; 2.1.2; 2.2; 4.1.2; 4.2.2; 8.1.4c2; 9.2; 9.3	Berck & Graf, 2018; Heß, 2005; Judd, 2016; Lecointre & Le Guyader, 2006; Strasburger et al., 2008
Aufgabenstellungen sollten auch ohne die Hilfe der Lehrperson durchführbar sein und zur Selbstständigkeit der Schüler und Schülerinnen beitragen	6.3.6; 8.1.4g; 9.5	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001
Angabe von weiterführenden Quellen	6.3; 9.5	(Berck & Graf, 2018; Killermann et al., 2013; Markom & Weinhäupl, 2007)

Tabelle 13: Konkrete Empfehlungen für zukünftige Ausgaben des Buches „Biologie 7“

9.7.2. am Puls Biologie 7

Zu den **Stärken** des Schulbuches „am Puls Biologie 7“ zählen folgende Aspekte:

- Allgemeinbiologischer Strukturansatz
- Darstellung der Aufgaben und Methoden der Systematik
- Verwendete Basisbegriffe
- Verhältnis von **Alltagssprache / Fachtermini** angemessen: Text ist informativ und leicht verständlich
- Relativ viele und verschiedene Abbildungen
- **Aufgaben:**
 - viele verschiedene Aufgabentypen
 - fördern selbstständiges Lernen der Schüler und Schülerinnen
 - fördern Begegnung mit der Natur
 - Erwerbung von Kompetenzen
 - beziehen sich auf den Inhalt
- Weiterführende Quellen: Online-Material verfügbar
- **Sonderseiten:**
 - Wissenschaftliches Arbeiten
 - Blick in die Forschung
 - Methoden in der Praxis
 - Kompetenz-Checks

Zu den **Schwächen** von „am Puls Biologie 7“ zählen folgende Aspekte:

- **Pflanzen:**
 - fehlende emotionale Begegnungen mit Pflanzen
 - werden nicht als Einstieg verwendet
 - keine Abbildungen von Pflanzen vorhanden
 - fehlende Artenkenntnisse
- Fehlende Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und die Biologie
- Fachliche Mängel bei:
 - Definition Systematik
 - Definition Taxonomie

- Vermittlung von Verwandtschaftsverhältnissen
- Die Auswertung von phylogenetischen Stammbäumen
- Gleichsetzung von System mit Systematik bzw. mit Bestimmungsschlüssel
- Abbildungen
 - Verwendung von geschlossenen Abbildungen
 - Unzureichende Darstellung von phylogenetischen Stammbäumen

Empfehlungen zum Buch „am Puls Biologie 7“		
Konkrete Empfehlung	Verweise auf Diplomarbeit	Verweise auf verwendete Literatur
Im Bereich Botanik: - Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen - Pflanzen als Einstieg in systematische Methoden verwenden - Pflanzen als exemplarische Arten verwenden und Artenkenntnisse ausbilden - Vermehrte Darstellung von Pflanzen in Abbildungen	4.1.1; 4.1.3; 4.2; 4.2.1; 4.2.2; 6.3; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Krüger & Burmester, 2005; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al., 2013; Weberling & Stützel, 1993
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit:		Berck & Graf, 2018; Heß, 2005; Judd,

- Basisbegriffe der Systematik korrekt definieren - korrekte Verwendung der Begriffe: System nicht mit Systematik bzw. Bestimmungsschlüssel gleichstellen - komplette Vermittlung zur Auswertung phylogenetischer Stammbäume	2.1; 2.1.2; 2.2; 4.1.2; 4.2.2; 8.1.4c2; 9.2	2016; Lecomte & Le Guyader, 2006; Strasburger et al., 2008
Abbildungen: - Verwendung von offenen Abbildungen - detailliertere Darstellung von phylogenetischen Stammbäumen	Abbildung 1; 6.3.4; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Judd, 2016

Tabelle 14: Konkrete Empfehlungen für zukünftige Ausgaben des Buches „am Puls Biologie 7“

9.7.3. bio@school 8

Zu den **Stärken** des Schulbuches „**bio@school 8**“ zählen folgende Aspekte:

- Allgemeinbiologischer Strukturansatz
- Darstellung der Aufgaben und Methoden der Systematik
- Begriffsdefinitionen
- Verwendete Basisbegriffe
- Abbildungen beziehen sich auf den Text
- Aufgaben beziehen sich auf den Inhalt
- Sonderseiten
 - Basiskonzepte

Zu den **Schwächen** von „**bio@school 8**“ zählen folgende Aspekte:

- Pflanzen:
 - fehlende emotionale Begegnungen mit Pflanzen
 - werden nicht als Einstieg verwendet
 - werden in keinen Abbildungen dargestellt
 - fehlende Artenkenntnisse
- fehlende Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und die Biologie
- Verhältnis von Alltagssprache / Fachtermini
- Anzahl der eingeführten Begriffe
- geringe Wiederverwendung von Begriffen
- Layout
- wenig, teils unverständliche Aufgaben
- Wissenschaftsgeschichte (Carl von Linné) mangelhaft dargestellt*
- Verwendung geschlossener Abbildungen
- Fachliche Mängel:
 - Regeln für binäre Nomenklatur: Wissenschaftliche Namen werden nicht kursiv geschrieben

Empfehlungen zum Buch „ bio@school 8 “		
Konkrete Empfehlung	Verweise auf Diplomarbeit	Verweise auf verwendete Literatur
Im Bereich Botanik: - Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen - Pflanzen als Einstieg in systematische Methoden verwenden	4.1.1; 4.1.3; 4.2; 4.2.1; 4.2.2; 6.3; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Krüger & Burmester, 2005; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001

- Pflanzen als exemplarische Arten verwenden und Artenkenntnisse ausbilden - Vermehrte Darstellung von Pflanzen in Abbildungen		
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie – Einblick in die Wissenschaftsgeschichte geben	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al., 2013; Weberling & Stützel, 1993
Begriffe: - Anzahl der eingeführten Begriffe begrenzen - angemessenes Verhältnis für die Verwendung von Fachtermini / Alltagsnamen schaffen, um u.a. die Lesbarkeit und Textverständlichkeit zu gewährleisten - eingeführte Begriffe wiederholen	4.1.2; 6.3.2; 6.3.5; 8.3.4c1-4; 9.3	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit: - korrekte Schreibweise der wissenschaftlichen Namen	4.1.2; 2.3	Campbell, 2009; Judd, 2016; Weberling & Stützel, 1993
Abbildungen: - Verwendung von offenen Abbildungen - detailliertere Darstellung von phylogenetischen Stammbäumen	Abbildung 1; 6.3.4; 8.3.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Judd, 2016

Layout: - bessere Unterscheidung von Wesentlichem und Unwesentlichem - weniger Definitionen in den Randspalten	6.3.5; 8.3.4c1; 8.3.4c4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001
Aufgaben: - Aufgabenstellungen präzise formulieren und durchführbar gestalten - mehr Aufgaben zum Thema Systematik	6.3.6; 8.3.4g; 9.5	(Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001)

Tabelle 15: Konkrete Empfehlungen für zukünftige Ausgaben des Schulbuches „bio@school 8“

10. Resümee

Der in Kapitel 4.1 besprochene Trend vom streng systematisch-taxonomischen Strukturansatz hin zu einer Verknüpfung mit anderen Teilbereichen bzw. mit dem Alltag ist auch in den analysierten Schulbüchern erkennbar.

Dies ist ein durchwegs positiver Ansatz, da die Vermittlung von allgemeinbiologischen Inhalten und vertikalen bzw. horizontalen Vernetzungen dadurch gestärkt wird.

Die aktuelleren Bücher setzen zudem auf die Vermittlung von Basiskonzepten bzw. Kompetenzen, die hinsichtlich der Reifeprüfung erworben und geübt werden müssen. Diese beziehen sich entweder direkt auf den Fließtext oder werden auf Sonderseiten behandelt. Sie regen nicht nur zum Erwerb der Kompetenzen oder Basiskonzepte an, sondern fördern auch die Selbstständigkeit von Schüler und Schülerinnen und geben zusätzliche Informationen.

Dies ist auch in den anderen Aufgabenstellungen erkennbar. Hier finden sich jedoch teilweise Mängel in Bezug auf die Durchführbarkeit und Selbstständigkeit.

Als positiv erscheint, dass die Botanik in den aktuelleren Büchern nicht mehr als Extra-Kapitel am Ende des Schulbuches behandelt wird, sondern auf das ganze Buch, den Inhalten entsprechend verteilt wird.

Dennoch ist darauf hinzuweisen, dass der Botanik im Vergleich zur Zoologie in allen drei Büchern vergleichsweise wenig Umfang zur Verfügung gestellt wird.

In den aktuelleren Büchern werden generell kaum bis gar keine Pflanzen verwendet: Als motivierender Einstieg, bei exemplarischen Arten und auch in den Abbildungen und Aufgabenstellungen werden immer noch Tiere statt Pflanzen bevorzugt verwendet. Somit fehlen auch emotionale Begegnungen, der Alltagsbezug und die Vermittlung der Bedeutung von Pflanzen, welche sich allerdings positiv auf das Interesse der Schüler und Schülerinnen sowie auf den Lernerfolg auswirken und dem Phänomen der Plant Blindness entgegenwirken würden. Zudem werden Verwandtschaftsbeziehungen und die Abstammungsgeschichte von Pflanzen kaum bis gar nicht vermittelt. Dies ist lediglich in einem Buch der Fall („Biologie 7“). Dort wird auch auf den Anhang verwiesen, der sich intensiv mit den Taxa und der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen befasst.

Die Vermittlung der botanischen Systematik und der Botanik im Allgemeinen wird also in den beiden aktuelleren Schulbüchern stark vernachlässigt.

Das Thema Systematik wird durch die eingeführten Basisbegriffe und behandelte Inhalte in allen drei Exemplaren ausreichend vermittelt, ungeachtet ihres Umfangs. Es sind jedoch ebenso in allen drei Büchern fachliche Mängel zu finden: fehlende oder inkorrekte Definitionen sowie fehlende Erläuterungen zur Auswertung von Stammbäumen.

Die Bedeutung der Systematik für die Biologie und den Unterricht und Vernetzung mit anderen Teilbereichen der Biologie wird in allen drei Büchern unzureichend vermittelt.

Die Inhalte werden in den Büchern leicht verständlich durch die Begrenzung der eingeführten Begriffe und Anwendung von Alltagsnamen bzw. Fachtermini vermittelt.

Im Großen und Ganzen lassen sich mehrere positive Ansatzpunkte feststellen, die zur Interessensbildung und einem positiven Lernerfolg bei den Schülern und Schülerinnen beitragen können, wie die Vernetzung mit dem Alltag und der Allgemein Biologie, Aufträge zur Förderung von Interesse und Selbstständigkeit sowie die Ausprägung von Artenkenntnissen. Jedoch bestehen auch einige Mängel im Bereich fachlicher Richtigkeit, bei Begriffen, Abbildungen und Aufgabenstellungen.

Ein erhebliches Verbesserungspotential besteht auch weiterhin im Bereich der Botanik. Pflanzen werden immer noch zu Gunsten von Tieren vernachlässigt, sei dies im Bereich des Umfangs, der für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt wird oder bei der emotionalen Begegnung bzw. der Verknüpfung mit alltäglichen Themen. Indes würden sich Pflanzen besonders im Bereich der Systematik gut dazu eignen, deren Inhalte zu vermitteln.

So ist das Phänomen der „Plant Blindness“ auch 18 Jahre nach seiner Beschreibung durch Wandersee & Schussler (2001) noch immer in den Schulbüchern vorherrschend. Die vorgeschlagenen Empfehlungen könnten einen Beitrag dazu leisten, Pflanzen im Schulalltag für Schüler und Schülerinnen attraktiver und interessanter zu gestalten, damit die Bedeutung der Pflanzen für uns Menschen und unsere Umwelt erkannt und geschützt wird.

Literaturverzeichnis

Berck, K.-H. & Graf, D. (2018). *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden* (5., aktualisierte Auflage). Wiebelsheim: Quelle et Meyer Verlag.

Campbell, N. A. (2009). *Biologie* (Bio, 8., aktualisierte Aufl.). München [u.a.]: Pearson Studium.

Chase, M. W., Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E. et al. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

Eschenhagen, D., Kattmann, U., Rodi, D. & Etschenberg, K. (2001). *Fachdidaktik Biologie* (5. Aufl.). Köln: Aulis-Verl. Deubner.

Fischer, B., Fleck, M. & Simon, U. K. (2018). *Am Puls Biologie 7* (1. Auflage). Wien: ÖBV.

Flick, U., Kardorff, E. von & Steinke, I. (Hrsg.). (2017). *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (Rororo Rowohlts Enzyklopädie, Bd. 55628, 12. Auflage, Originalausgabe). Reinbek bei Hamburg: rowohlts enzyklopädie im Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Heß, D. (2005). *Systematische Botanik* (UTB basics, Bd. 2673, 1. Aufl.). Stuttgart: Ulmer. Verfügbar unter <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838526737>

Hofer, H. & Hofer, E. (2012). *Biologie 7* (3. Auflage). Wien: E. Dorner.

Judd, W. S. (2016). *Plant systematics. A phylogenetic approach* (4th ed.). Sunderland, Mass.: Sinauer.

Killermann, W., Hiering, P. & Starosta, B. (2013). *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik* (Auer macht Schule, 15., aktualisierte Auflage). Donauwörth: Auer Verlag.

- Krüger, D. & Burmester, A. (2005). Wie Schüler Pflanzen ordnen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 85–102.
- Lecointre, G. & Le Guyader, H. (2006). *Biosystematik* (Erste deutsche Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-29979-3>
- Mägdefrau, K. (2013). *Geschichte der Botanik. Leben und Leistung großer Forscher* (2. Aufl. 1992. Unveränd. Nachdruck 2013). Berlin: Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-39400-3>
- Markom, C. & Weinhäupl, H. (2007). *Die Anderen im Schulbuch. Rassismen, Exotismen, Sexismen und Antisemitismus in österreichischen Schulbüchern* (Sociologica, Bd. 11). Wien: Braumüller.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (Beltz Pädagogik, 12., überarb. Aufl.). Weinheim: Beltz. Verfügbar unter http://content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407293930
- Meyer, M. F. (2015). *Aristoteles und die Geburt der biologischen Wissenschaft*. Wiesbaden Germany: Springer Spektrum. Verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=966910>
- Olechowski, R. (Hrsg.). (1995). *Schulbuchforschung* (Schule - Wissenschaft - Politik, Bd. 10). Frankfurt am Main: Lang.
- Pany, P. & Heidinger, C. (2015). Uncovering patterns of interest in useful plants. Frequency analysis of individual students' interest types as a tool for planning botany teaching units. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 2(1), 15. <https://doi.org/10.4995/muse.2015.2309>
- Sanders, D. L. (2019). Standing in the shadows of plants. *Plants, People, Planet*, 1(3), 130–138. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10059>

Schermaier, A. & Weisl, H. (2019). *Bio@school 8* (1. Auflage). Linz: Veritas.

Spring, O. & Buschmann, H. (1998). *Grundlagen und Methoden der Pflanzensystematik* (UTB für Wissenschaft Uni-Taschenbücher, Bd. 8167). Wiesbaden: Quelle & Meyer.

Strasburger, E., Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J. W., Neuhaus, G. & Sonnewald, U. (2008). *Lehrbuch der Botanik* (36. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akad. Verl.

Stuessy, T. F. (2001). *Plant Systematics. A Half-century of Progress (1950 - 2000) and Future Challenges*. Vienna: International Ass. for Plant Taxonomy.

Sudhaus, W. & Rehfeld, K. (1992). *Einführung in die Phylogenetik und Systematik. 27 Tabellen*. Stuttgart: G. Fischer.

Wandersee, J. H. & Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness, 47(1), 2–9.

Weberling, F. & Stützel, T. (1993). *Biologische Systematik. Grundlagen und Methoden*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Weinbrenner, Peter (1995). *Grundlagen und Methodenprobleme sozialwissenschaftlicher Schulbuchforschung*. In Richard Olechowski (Hg.): Schulbuchforschung. Frankfurt am Main: Lang (Schule-Wissenschaft-Politik, 10), S. 21-45.

Windisch Arno (2016). Darstellung und Vermittlung von Pflanzendiversität in österreichischen Schulbüchern der fünften Schulstufe (erste AHS). Diplomarbeit. Universität Wien. Wien.

Wiater, W. (Ed.). (2003). *Schulbuchforschung in Europa. Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektive* (Beiträge zur historischen und systematischen Schulbuchforschung). Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.

Abbildungsnachweise

Abbildung 1: *Beispiel eines phylogenetischen Stammbaums*

Judd, W. S. (2016). *Plant systematics. A phylogenetic approach* (4th ed.). Sunderland, Mass.: Sinauer, S. 3.

Abbildung 2: *Rangstufen in der Taxonomie der Pflanzen und ihre Nomenklatur*

Heß, D. (2005). *Systematische Botanik* (UTB basics, Bd. 2673, 1. Aufl.). Stuttgart: Ulmer, S. 15.

Abbildung 3: *Verlauf der pflanzenkundlichen und tierkundlichen Interessen brandenburgischer und baden-württembergischer Schüler und Schülerinnen*

Berck, K.-H. & Graf, D. (2018). *Biologiedidaktik. Grundlagen und Methoden* (5., aktualisierte Auflage). Wiebelsheim: Quelle et Meyer Verlag, S. 143.

Abbildung 4: *Cover des Buches „Biologie 7“*. Zugriff am 19.08.2019 unter

<https://www.westermanngruppe.at/artikel/978-3-7055-0630-5/BIOLOGIE-7>

Abbildung 5: *Cover des Buches „am Puls Biologie 7“*. Zugriff am 7.08.19 unter

<https://www.oebv.at/produkte/am-puls-biologie-7-rg-schulbuch>

Abbildung 6: *Cover des Buches „bio@school 8“*. Zugriff am 01.08.19 unter

<https://www.veritas.at/bioatschool-8-neu.html>

Abbildung 7 und Abbildung 8 wurden in Eigenregie mit Microsoft Excel erstellt.

Internetquellen

Anton Krieger Gasse (2019). *Schulgemeinschaft*. Zugriff am 20.08.19 unter

<https://www.antonkriegergasse.at/schulgemeinschaft/>

Academic (o.D.). *Bekker-Zählung*. Zugriff am 18.08.19 unter

<https://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/152040>

Botanischer Garten der Universität Wien (2019a). *Systematische Gruppe*. Zugriff am 01.06.19 unter

<http://www.botanik.univie.ac.at/hbv/index.php?nav=sg6>

Botanischer Garten der Universität Wien (2019b). *Endlicher-Fenzel-Kerner-Weg. Botanik erleben in Raum und Zeit*. Zugriff am 01.06.19 unter http://www.botanik.univie.ac.at/hbv/index.php?nav=sg6_1

Club-Carriere (2019). *Dr. Elfe Hofer*. Zugriff am 25.07.19 unter <http://www.club-carriere.com/clubcarriere/index.php/branchen/fachbeitraege/userprofile/151697>

Rechtsinformationssystem des Bundes (2019). *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen*. Zugriff am 20.7.19 unter <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>

The Plant List (2019). *A working list of all plant species*. Zugriff am 01.06.19 unter <http://www.theplantlist.org/>

Uni Graz (2019). *RFDZ Biologie. Uwe K. Simon*. Zugriff am 20.08.19 unter <https://fachdidaktik-steiermark.uni-graz.at/de/fachdidaktik-zentren/rfdz-biologie/>

Uni Wien (2019). *Michel Fleck*. Zugriff am 20.08.19 unter <https://www.univie.ac.at/Mineralogie/fleck.htm>

Veritas (o.D.a). *MMag. Dr. Andreas Schermaier*. Zugriff am 19.08.19 unter <https://www.veritas.at/autor/andreas-schermaier>

Veritas (o.D.b). *Mag. Herbert Weisl*. Zugriff am 19.08.19 unter <https://www.veritas.at/vcms/author/list/id/8654/letter/1/search/W>

Westermann (2019). *Prof. Mag. Dr. Hans Hofer*. Zugriff am 25.07.19 unter <https://www.westermanngruppe.at/artikel/978-3-7055-1407-2/Forschender-und-kompetenzorientierter-Unterricht-in-den-naturwissenschaftlichen-Faechern>

Wissenschaftspreise des Landes NÖ (2017). *Barbara Fischer*. Zugriff am 20.08.19 unter

https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&ved=2ahUKEwimtbGM_47kAhUEpYsKHaryCasQFjARegQIBBAC&url=http%3A%2F%2Fwww.noe.gv.at%2Fnoe%2FWissenschaft-Forschung%2FNOE_Wissenschaftspreis_2017_Broschu_re.pdf&usg=AOvVaw14VMIKPx8Y4ugJnksVfsOR

Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit widmet sich der Überprüfung von drei österreichischen Schulbüchern der 7. und 8. Klasse AHS im Fach Biologie und Umweltkunde hinsichtlich der Darstellung und Vermittlung des Themas „botanische Systematik“. Es wurden fachwissenschaftliche sowie didaktische Erkenntnisse zusammengetragen und im Zuge dessen ein adäquates Analyseschema entwickelt. Beim Untersuchungsmaterial handelt es sich um drei randomisiert ausgewählte, approbierte Schulbücher. Diese wurden hinsichtlich der ermittelten Resultate in weiterer Folge auf Stärken und Mängel untersucht.

Die Ergebnisse weisen u.a. Mängel im Umfang botanischer Themen im Vergleich zu zoologischen, im Bereich fachlicher Richtigkeit (fehlende oder falsche Definitionen), bei der Darstellung und Klärung von Verwandtschaftsverhältnissen sowie in der emotionalen Begegnung mit Pflanzen auf. Generell wird besonders in den aktuelleren Ausgaben unzureichend auf die Botanik und somit auf die Steigerung des Interesses bei Schülern und Schülerinnen eingegangen.

Die Analyse der Schulbücher stellt außerdem Stärken und Schwächen der einzelnen Bücher dar und listet konkrete Empfehlungen für etwaige Verbesserungen auf. Diese Empfehlungen könnten von Lehrern und Lehrerinnen bei Verwendung des jeweiligen Buches genutzt werden und bei der Erstellung zukünftiger Ausgaben herangezogen werden, um die „botanische Systematik“ vollständiger und verbessert darstellen und somit zur Erhöhung der Qualität von Schulbüchern beitragen zu können.

Abstract

The present thesis provides a methodical review of three schoolbooks for years 7 and 8 from the Austrian national curriculum for AHS (grammar schools) in the subject biology and environmental sciences regarding the presentation and conveyance of the topic botanical systematics. Subject specific as well as didactic information was collated and subsequently used as a basis for an appropriate analysis. Three randomly chosen approved school books were reviewed. These books also underwent assessment for deficiencies in the selected areas.

The results show deficiencies in the depth of coverage of botanical topics in comparison to zoology, scientific incorrectness (missing or wrong definitions), flaws in the description and explanation of genealogical relationships as well as shortcomings regarding the emotional encounter. Especially in the more recent editions botany is insufficiently covered and thereby the potential to raise interest levels in pupils is not fully exploited.

The analysis of the school books furthermore highlights their individual strengths and weaknesses and lists detailed recommendations for possible improvements. This guidance may be valuable for teachers using these books as well as for the compilation of future editions with the goal of improving the depiction of botanical systematics and thus increasing the quality of the volumes which form part of the national curriculum.

Anhang

Im Anhang befindet sich eine Zusammenstellung aller Tabellen, in denen konkrete Empfehlungen für eine zukünftige Schulbuchgestaltung bezüglich der Vermittlung und Darstellung von botanischer Systematik in den 7. und 8. Klasse AHS abgegeben wurden (siehe 9.7).

Konkrete Empfehlung	Verweise auf Diplomarbeit	Verweise auf verwendete Literatur
Empfehlungen zum Buch „Biologie 7“		
Verwendung eines allgemeinbiologischen Strukturansatzes	4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013
Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen	4.2; 4.2.1; 4.2.2; 9.2	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al., 2013; Weberling & Stützel, 1993
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit: - Basisbegriffe der Systematik (korrekt) definieren - korrekte Verwendung der Begriffe: System nicht mit Systematik gleichstellen - komplette Vermittlung zur Auswertung phylogenetischer Stammbäume	2.1; 2.1.2; 2.2; 4.1.2; 4.2.2; 8.1.4c2; 9.2; 9.3	Berck & Graf, 2018; Heß, 2005; Judd, 2016; Lecointre & Le Guyader, 2006; Strasburger et al., 2008

Aufgabenstellungen sollten auch ohne die Hilfe der Lehrperson durchführbar sein und zur Selbstständigkeit der Schüler und Schülerinnen beitragen	6.3.6; 8.1.4g; 9.5	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001
Angabe von weiterführenden Quellen	6.3; 9.5	(Berck & Graf, 2018; Killermann et al., 2013; Markom & Weinhäupl, 2007)
Empfehlungen zum Buch „am Puls Biologie 7“		
Im Bereich Botanik: - Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen - Pflanzen als Einstieg in systematische Methoden verwenden - Pflanzen als exemplarische Arten verwenden und Artenkenntnisse ausbilden - Vermehrte Darstellung von Pflanzen in Abbildungen	4.1.1; 4.1.3; 4.2; 4.2.1; 4.2.2; 6.3; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Krüger & Burmester, 2005; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al., 2013; Weberling & Stützel, 1993
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit: - Basisbegriffe der Systematik korrekt definieren		Berck & Graf, 2018; Heß, 2005; Judd, 2016; Lecointre & Le

- korrekte Verwendung der Begriffe: System nicht mit Systematik bzw. Bestimmungsschlüssel gleichstellen - komplette Vermittlung zur Auswertung phylogenetischer Stammbäume	2.1; 2.1.2; 2.2; 4.1.2; 4.2.2; 8.1.4c2; 9.2	Guyader, 2006; Strasburger et al., 2008
Abbildungen: - Verwendung von offenen Abbildungen - detailliertere Darstellung von phylogenetischen Stammbäumen	Abbildung 1; 6.3.4; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Judd, 2016
Empfehlungen zum Buch „bio@school 8“		
Im Bereich Botanik: - Emotionale Begegnungen mit Pflanzen im Unterricht schaffen bzw. Bezüge zum Alltag herstellen - Pflanzen als Einstieg in systematische Methoden verwenden - Pflanzen als exemplarische Arten verwenden und Artenkenntnisse ausbilden - Vermehrte Darstellung von Pflanzen in Abbildungen	4.1.1; 4.1.3; 4.2; 4.2.1; 4.2.2; 6.3; 8.2.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Killermann et al., 2013; Krüger & Burmester, 2005; Pany & Heidinger, 2015; Wandersee & Schussler, 2001
Vermittlung der Bedeutung der Systematik für den Unterricht und andere Teilbereiche der Biologie –	2; 2.1; 2.1.4; 4.1; 4.1.1; 9.2	Berck & Graf, 2018; Judd, 2016; Killermann et al.,

Einblick in die Wissenschaftsgeschichte geben		2013; Weberling & Stützel, 1993
Begriffe: - Anzahl der eingeführten Begriffe begrenzen - angemessenes Verhältnis für die Verwendung von Fachtermini / Alltagsnamen schaffen, um u.a. die Lesbarkeit und Textverständlichkeit zu gewährleisten - eingeführte Begriffe wiederholen	4.1.2; 6.3.2; 6.3.5; 8.3.4c1-4; 9.3	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001
Gewährleistung der fachlichen Richtigkeit: - korrekte Schreibweise der wissenschaftlichen Namen	4.1.2; 2.3	Campbell, 2009; Judd, 2016; Weberling & Stützel, 1993
Abbildungen: - Verwendung von offenen Abbildungen - detailliertere Darstellung von phylogenetischen Stammbäumen	Abbildung 1; 6.3.4; 8.3.4f; 9.4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001; Judd, 2016
Layout: - bessere Unterscheidung von Wesentlichem und Unwesentlichem - weniger Definitionen in den Randspalten	6.3.5; 8.3.4c1; 8.3.4c4	Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001

Aufgaben: - Aufgabenstellungen präzise formulieren und durchführbar gestalten - mehr Aufgaben zum Thema Systematik	6.3.6; 8.3.4g; 9.5	(Berck & Graf, 2018; Eschenhagen et al., 2001)
--	--------------------	--

Tabelle 16: Gesamtübersicht aller konkreten Empfehlungen (Spalte eins) für die zukünftige Schulbuchgestaltung bzgl. der Darstellung und Vermittlung von botanischer Systematik in Schulbüchern der 7. Und 8. Klasse AHS; mit Verweisen auf relevante Kapitel der Diplomarbeit (Spalte zwei) und sich auf die Thematik beziehende Literatur (Spalte drei).