



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Didaktische Überlegungen zur Vermittlung des
‘Lebensraumes Wald’ als außerschulischer Lernort:
Eine interdisziplinäre Aufarbeitung für die 6. Schulstufe“

verfasst von / submitted by
Julia Christa Böhm

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

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

A 190 456 445

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

Lehramtsstudium
UF Geographie und Wirtschaftskunde
UF Biologie und Umweltkunde

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Vorwort

Die ersten Zeilen meiner Diplomarbeit möchte ich nutzen, um mich bei jenen Menschen zu bedanken, die mich zu diesem Thema der Abschlussarbeit inspiriert, ermutigt und unterstützt haben.

An erster Stelle bedanke ich mich bei meinem Betreuer, Ao. Univ. Prof. Dr. Michael Kiehn, der mich ab der Ideenfindung mit seiner Unterstützung und seinen konstruktiven Rückmeldungen motiviert hat, den eingeschlagenen Weg weiter zielstrebig zu verfolgen.

Mein besonderer Dank gilt meinen Freunden, die mich während des Studiums immer wieder mit Rat und Tat unterstützten.

Meinen Eltern und meiner Schwester möchte ich für die Ermöglichung und Unterstützung meines Studiums danken.

Von Herzen bedanke ich mich bei meinem Partner Johannes Prinz. Sein Wissen und die unzähligen fachlichen Diskussionen mit ihm verhalfen mir, meine Diplomarbeit zu verbessern und letztlich erfolgreich abzuschließen. Bereits während des Studiums fand er immer die richtigen motivierenden und unterstützenden Worte, wofür ich ihm hiermit meine tiefe Wertschätzung ausdrücken möchte.

An alle einen besonderen Dank, die mich bei meiner Diplomarbeit in jeglicher Form unterstützten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Wald	3
2.1	Definition Wald	3
2.1.1	Definition nach Hofmeister	3
2.1.2	Definition nach FAO	4
2.1.3	Definition nach dem österreichischen Forstgesetz.....	4
2.1.4	Definition nach Thomasius und Schmidt	5
2.2	Funktionen des Waldes	7
2.2.1	Funktionen gemäß österreichischem Forstgesetz.....	7
2.2.1.1	Nutzwirkung.....	7
2.2.1.2	Schutzwirkung	8
2.2.1.3	Wohlfahrtswirkung	8
2.2.1.4	Erholungswirkung	9
2.3	Ökosystem Wald	9
2.3.1	Klima	10
2.3.1.1	Waldklima	11
2.3.1.2	Klimatische Auswirkungen.....	12
2.3.1.3	Mögliche Folge des Klimawandels	13
2.3.2	Vertikalverteilung des Waldes	16
2.3.2.1	Lebensformen.....	18
2.3.3	Nahrungsbeziehungen im Wald	20
2.3.4	Biodiversität.....	22
2.4	Waldvorkommen	23
2.4.1	Waldvorkommen weltweit	23
2.4.1.1	Gründe für weltweite Waldverluste	24
2.4.1.2	Gründe für weltweiten Waldzuwachs.....	26

2.4.2	Waldsituation in Europa	28
2.4.2.1	Fakten zu europäischen Waldflächen.....	29
2.4.3	Waldsituation in Österreich	30
2.4.3.1	Baumartenverteilung	31
2.4.3.2	WaldbesitzerInnen in Österreich.....	32
3	Waldbewirtschaftung	34
3.1	Geschichte der Waldbewirtschaftung in Österreich.....	34
3.2	Arten der Waldbausysteme	36
3.2.1	Forstwirtschaftliche Begriffserklärungen	36
3.2.2	Dauerwald-Bewirtschaftung	37
3.2.2.1	Plenterwald.....	38
3.2.2.2	Lichtbaumarten – Dauerwald.....	38
3.2.3	Schlagweiser Hochwald	38
3.2.3.1	Kahlschlag-Systeme.....	39
3.2.3.2	Schirmschlag-Systeme	40
3.2.3.3	Saumschlag-Systeme.....	40
3.2.3.4	Femelschlag-Systeme	41
3.3	Diskussion Waldbausysteme	42
3.4	Holzernteverfahren.....	44
3.4.1	Vollmechanisierte Holzernteverfahren	44
3.4.2	Teilmechanisierte Holzernteverfahren.....	46
3.4.3	Nicht mechanisierte Holzernteverfahren	47
3.5	Nachhaltigkeit.....	48
3.5.1	Definition	48
3.5.2	Holzgütesiegel.....	48
3.5.2.1	PEFC – Austria.....	49
3.5.2.2	FSC	50
4	Naturschutz	51

4.1	Gesetzeslage	51
4.1.1	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie	52
4.2	Zielsetzungen des Naturschutzgesetzes OÖ als Beispiel für die Gesetzgebung der österreichischen Bundesländer	53
4.3	Forderungen an die Forstwirtschaft.....	54
4.4	Praxisbeispiele	55
4.4.1	Pro Silva Austria.....	55
4.4.2	Forstbetrieb Stift Schlägl	56
4.4.3	Rothwald – Wildnisgebiet Dürrenstein	56
5	Didaktische Konzepte.....	58
5.1	Rechtliche Grundlagen.....	58
5.1.1	Lehrplanbezug	58
5.1.1.1	Bildungs- und Lehraufgabe.....	59
5.1.1.2	Didaktische Grundsätze	60
5.1.1.3	Lehrstoff.....	60
5.2	Didaktischer Hintergrund.....	61
5.2.1	Außerschulischer Standort.....	62
5.2.2	Interdisziplinäre Vermittlung.....	63
5.3	Unterrichtskonzept	64
5.3.1	Lehr- und Lernziele	64
5.3.1.1	Lehr - und Lernziele des Unterrichtskonzepts	66
5.3.2	Planungsraster	67
5.3.2.1	Indoor Modul.....	68
5.3.2.2	Outdoor Modul.....	70
5.3.3	Erklärung der Unterrichtssequenzen.....	73
5.3.3.1	Zapfenmikrophon.....	73
5.3.3.2	Geräuschkulisse	73
5.3.3.3	Der Wald und seine Funktionen	74

5.3.3.4	Fachinput Waldentwicklung, Nachhaltigkeit, Naturschutzprojekte ...	74
5.3.3.5	Interessensdreieck	74
5.3.3.6	Tastkiste	75
5.3.3.7	Bewirtschaftung und Ernteverfahren	76
5.3.3.8	Waldlexikon	76
5.3.3.9	Blinde Karawane	78
5.3.3.10	Forschungsaktivität	79
5.3.3.11	Fachinput Naturschutz	79
5.3.3.12	Welches Tier bin ich?	79
5.3.3.13	Durchforstungsspiel	80
5.3.3.14	Total vernetzt'	81
5.3.3.15	Mein Lieblingsplatz	82
5.3.3.16	Rollenspiel	82
6	Schlussfolgerung.....	86
7	Literatur	88
8	Abbildungsverzeichnisse	94
8.1	Abbildungen im Hauptteil	94
8.2	Abbildungen des Anhangs	95
9	Anhang.....	96
9.1	Zusammenfassung.....	96
9.2	Abstract.....	97
9.3	Unterrichtsmaterialen	98

1 Einleitung

Die Wälder der Erde erfüllen für Menschen, Tiere und Pflanzen die unterschiedlichsten Aufgaben. Einerseits stellen Wälder einen breitgefächerten Lebensraum für Tiere und Pflanzen dar, andererseits bieten sie für die Menschen vor allem die Grundlagen für die ökologische, ökonomische wie auch für soziale Entwicklung.

Das Land Österreich ist zu 47,6 % von Wald bedeckt, das entspricht in etwa vier Millionen Hektar (vgl. BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2018). Selbst die Landeshauptstadt Wien kann eine Fläche von 8 650 ha aufweisen (Magistrat der Stadt Wien 2016: 29). Die großen Waldflächen in Österreich werden sowohl von der städtischen wie auch von der ländlichen Bevölkerung als Erholungsressource genutzt (vgl. Magistrat der Stadt Wien 2016: 31).

Jedoch hat ein Wald nicht nur eine Erholungswirkung für den Menschen, sondern besitzt ebenfalls eine Nutzwirkung, eine Schutzwirkung und eine Wohlfahrtswirkung (vgl. BGBl. Nr. 440/1975). Diese Kombination an Leistungen, die uns der Wald bereitstellt, ist meiner Meinung nach einem großen Teil der österreichischen Bevölkerung nicht ausreichend bekannt.

Mir selbst war diese Funktionenvielfalt, die Wälder übernehmen, lange Zeit nicht bewusst. Durch mein Studium und den Kontakt zur Forstwirtschaftsbranche im ländlichen Raum wuchs mein Interesse, mir mehr Wissen zum Thema „Wald“ anzueignen und dieses an SchülerInnen weitervermitteln. Sowohl im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde als auch im Unterrichtsfach Geographie und Wirtschaftskunde, die ich studiere, ist Interdisziplinarität von großer Bedeutung. Die multiperspektivische Betrachtungsweise bei der Erarbeitung eines Themengebietes erachte ich als wichtige Kernaufgaben im Schulwesen. Daher habe ich mir diese interdisziplinäre Bearbeitung auch zum Ziel meiner Diplomarbeit gesetzt.

Aufgrund dieser Zielsetzung wurde das Thema Wald von mir aus Sicht mehreren Disziplinen aufgearbeitet auch um im Zuge dessen Synergien und mögliche Konflikte zwischen den Disziplinen aufzuzeigen. Diese interdisziplinären Inhalte werden für die Vermittlung im schulischen Kontext aufbereitet.

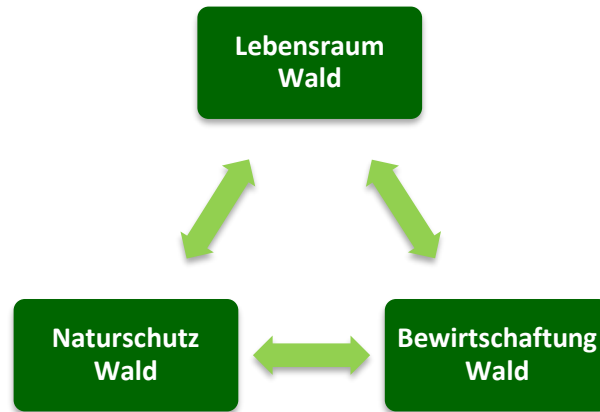


Abb. 1 Spannungsdreieck
(Quelle: eigene Darstellung)

Die Vermittlung dieser Inhalte, welche in Abb. 1 dargestellt sind, wird vor allem im außerschulischen Raum stattfinden. Diese Vermittlungsherangehensweise lässt sich wie folgt begründen:

*„Der Unterrichtsgang bringt Abwechslung in das methodische Geschehen.
Das Interesse an biologischen Themen und damit auch am Schulfach
Biologie kann gefördert werden“* (Killermann 1986: 226).

Die vorgelegte Arbeit beleuchtet zum einen die unterschiedlichen fachlichen Kernaspekte (die Ökologie des Waldes, die Bewirtschaftung und der Naturschutz des Waldes), und zum anderen die didaktischen Hintergründe, die meinen Unterrichtskonzepten zu Grunde liegen. Anschließend werden diese Unterrichtskonzepte im Detail dargelegt und reflektiert.

2 Wald

*Das Wirken der Natur zu erkennen,
und zu erkennen,
in welcher Beziehung das menschliche Wirken
dazu stehen muss: das ist das Ziel.
-ZHUANGZI¹*

Der Begriff Wald ist kurz, eingängig und scheinbar eindeutig. Jedoch hat dieses Wort einen großen Bedeutungsumfang, da mit diesem ein umfangreiches komplexes Ökosystem beschrieben wird. Dieses Ökosystem bietet weitläufige, vielschichtige Lebensräume für Tiere, produziert einen nachhaltigen Rohstoff und ist für die Menschen ein Erholungsort. Der Wald ist einer der wichtigsten Sauerstoff-Produzenten der Welt und filtert Staub und Schadstoffe wie z.B. CO₂ aus der Luft und speichert diese. Das System Wald wirkt zusätzlich filtrierend auf unser Trinkwasser und versorgt die Menschen somit mit klarem Trinkwasser. Uns Menschen sind Wälder und der Rohstoff Holz schon lange bekannt und wir ziehen ebenso lange unseren Nutzen aus diesem Ökosystem. Jedoch sind dessen Vorgänge und Prozesse, trotz der langen Zeit, immer noch nicht in voller Gänze erforscht. (vgl. Isopp 2013: 3)

In den folgenden Abschnitten werden jene Vorgänge und Prozesse, die im Ökosystem Wald beobachtbar sind, genauer beleuchtet.

2.1 Definition Wald

Zu Beginn werden unterschiedliche Definitionen aus verschiedenen Quellen angeführt und verglichen. Das Ökosystem Wald wird somit genauer umschrieben und eingegrenzt.

2.1.1 Definition nach Hofmeister

Im Buch „Lebensraum Wald“ umschreibt Heinrich Hofmeister den Wald wie folgt zu:

¹ Zhuangzi: chinesischer Philosoph und Dichter, geboren 370 v. Chr., gestorben 287 v. Chr.

"Unter Wald versteht man nicht nur eine 'Ansammlung von Bäumen', sondern das komplexe Beziehungsgefüge zwischen den hier lebenden Pflanzen und Tieren und der unbelebten Umwelt. Die Lebensgemeinschaft (Biozönose) und die Lebensstätte (Biotope) bilden zusammen das 'Ökosystem Wald' ". (Hofmeister 1997: 204)

Der Autor nimmt einerseits Bezug auf die dort anzufinden Bäume, aber zieht diese nicht als einzigen Bezugspunkt heran. Weitere Punkte in seiner Definition sind Tiere, andere Pflanzen und die unbelebte Umwelt. Zusätzlich stehen diese Faktoren in Bezug zu einander, sodass der/die LeserIn nicht zu dem Schluss kommt, nur Bäume ergeben einen Wald. Viel mehr erlangt man die Erkenntnis, dass ein Wald viele Verflechtungen verschiedener Komponenten aufweist.

2.1.2 Definition nach FAO

Die Food an Agriculture Organization (FAO) beschreibt den Lebensraum Wald wie folgt:

„Forest area is land under natural or planted stands of trees of at least 5 meters in situ, whether productive or not, and excludes tree stands in agricultural production systems (for example, in fruit plantations and agroforestry systems) and trees in urban parks and gardens“ (The World Bank 2018).

Diese Definition bezieht sich vor allem auf den Baumbestand, der in Wäldern vorzufinden ist. Die Bäume müssen eine Mindesthöhe von fünf Metern aufweisen und in keinem land- oder agrar-forstwirtschaftlichen Produktionssystem stehen.

Diese Beschreibung der FAO von Wäldern nimmt keinen Bezug auf weitere Komponenten im Ökosystem oder auf deren Beziehungen zueinander.

2.1.3 Definition nach dem österreichischen Forstgesetz

Das österreichische Forstgesetz trat 1975 in Kraft und ist bis heute noch gültig. Dieser Gesetzestext hat das Ziel der Erhaltung von Waldflächen, des Waldbodens und ebenso sollen die Wirkung des Waldes und die nachhaltige Waldbewirtschaftung sichergestellt werden (vgl. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2015).

Im Forstgesetz wird „Wald“ wie folgt definiert:

„§ 1a. (1) Wald im Sinne dieses Bundesgesetzes sind mit Holzgewächsen der im Anhang angeführten Arten (forstlicher Bewuchs) bestockte Grundflächen, soweit die Bestockung mindestens eine Fläche von 1 000 m² und eine durchschnittliche Breite von 10 m erreicht“. (BGBl. Nr. 440/1975)

Das Forstgesetz zieht den Baumbestand und das Ausmaß an bestockter Grundfläche als entscheidende Grundelemente für die Definition von Wald heran. Es wird kein Bezug auf weitere Komponenten im Ökosystem mit einbezogen.

2.1.4 Definition nach Thomasius und Schmidt

Im Buch „Wald, Forstwirtschaft und Umwelt“ definieren die Autoren Harald Thomasius und Peter Schmidt das Ökosystem Wald ausführlicher.

„Wälder sind Ökosysteme, in denen Bäume (Makrophanerophyten), die in größerer Anzahl auftreten, und dichte Bestände bilden, die herrschende Lebensform darstellen. Dank des Dichtestandes der Bäume treten zwischen ihnen entwicklungsphysiologisch relevante Wechselwirkungen auf, und es bilden sich ein spezifisches Innenklima sowie ein für Wälder charakteristischer Bodenzustand heraus. Dadurch entsteht ein Lebensraum für solche Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, die an das Waldklima und an den Waldboden mit den sich daraus ergebenden Ernährungs- und Lebensbedingungen gebunden sind und im Waldökosystem wichtige Funktionen zu erfüllen haben“ (Thomasius, Schmidt 1996: 4).

Diese Umschreibung des Ökosystems ist die umfangreichste der bisher angeführten. Die Definition verwendet nicht nur Bäume als Bezugsobjekte, sondern verweist auch auf Komponenten, die sich als Folge der Struktur des Baumbestandes ergeben, wie z.B.: Innenklima und Bodenzustand. Darüber hinaus wird der Lebensraum der Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen angeführt, der durch die Komponenten Waldboden und Waldklima entsteht.

Die Definition von Wald nach Thomasius und Schmidt unterscheidet sich stark von den vorhergehenden Definitionen, da diese als einzige Waldklima und Waldboden einbezieht. Im Gegensatz dazu stehen die sehr kurz und prägnant gehaltenen

Beschreibungen im Forstgesetz und der FAO, in denen das Hauptaugenmerk auf Baumbestand und Waldfläche gelegt wird.

2.2 Funktionen des Waldes

Wie schon im vorhergehenden Abschnitt angeführt wurde, besitzen die Wälder der Erde unterschiedlichste Funktionen. Diese Funktionen werden in diesem Teil der Diplomarbeit näher beleuchtet.

2.2.1 Funktionen gemäß österreichischem Forstgesetz

Im zweiten Abschnitt des Forstgesetzes wird die forstliche Raumplanung genauer behandelt. Diese Raumplanung soll eine bestmögliche Beschaffenheit des Waldes anstreben, damit die Wirkungen und Funktionen des Waldes sichergestellt werden. In diesem Abschnitt des Forstgesetzes beschreibt § 6 die Wirkungen des Waldes im Detail:

Wälder sollen laut dem Gesetzestext eine Nutzwirkung, eine Schutzwirkung, eine Wohlfahrtswirkung und eine Erholungswirkung aufweisen. (vgl. BGBl. Nr. 440/1975)

2.2.1.1 Nutzwirkung

Die Nutzwirkung einer Waldfläche, die im Forstgesetz angeführt wird, beschreibt das Hervorbringen von nachhaltig erwirtschaftetem Holz als Rohstoff (vgl. BGBl. Nr. 440/1975).

Bereits von den Steinzeitmenschen wurden Wälder als Holzlieferant genutzt. Der Rohstoff diente zu Beginn als Wärmequelle, später auch als Baumaterial für die Herstellung von Häusern, Schiffen sowie Arbeits- und Gebrauchsgegenständen. Der Verbrauch des Rohstoffes und die Ausweitung der Siedlungen und Verkehrswege veranlassten die Menschen, immer weiter in das Ökosystem Wald einzugreifen. (vgl. Hofmeister 1997: 244)

Daher wird im Forstgesetz und in der Literatur das Prinzip der Nachhaltigkeit in der modernen Forstwirtschaft forciert, damit das Ökosystem Wald für nachfolgende Generationen erhalten bleibt.

„Die moderne Forstwirtschaft ist geprägt durch die Merkmale Sachkunde, Planmäßigkeit und Nachhaltigkeit. Sie betont neben der wirtschaftlichen Funktion die Bedeutung für die Pflege der Landschaft und die vielfältigen Wohlfahrtswirkungen, die vom Wald ausgehen“ (Hofmeister 1997: 247).

2.2.1.2 Schutzwirkung

Wälder schützen die Umgebung vor Elementargefahren wie z.B. Lawinen. Weiters schützen Wälder vor schädigenden Umwelteinflüssen und erhalten die Bodenkraft, da die Waldflächen vor Bodenabschwemmung und Bodenverwehungen, Geröllbildung und Hangrutschungen schützen. Diese angeführten Wirkungen sind im Forstgesetz (vgl. BGBl. Nr. 440/1975) als auch bei Thomasius, Schmidt (1996:177) als **Schutzwirkung** angeführt.

„Die wichtigsten äolischen Schutzwirkungen des Waldes bestehen im Schutz vor Winderosion, in einer Verminderung der potentiellen Verdunstung und in der Abschwächung von Schneeverwehungen“
(Thomasius, Schmidt 1996: 177).

Diese Schutzwirkung ist auf die geschlossene Pflanzendecke und die dichte Wurzeldecke der Wälder zurückzuführen. Dadurch können Wälder vor Steinschlägen, Hochwassergefahren, Lawinen, Erdrutschen und Bodenabtragung schützen. (vgl. Hofmeister 1997: 252)

2.2.1.3 Wohlfahrtswirkung

Die dritte Funktion, die Wälder ausführen sollen, ist die **Wohlfahrtswirkung**. Diese Funktion beschreibt die Einflüsse des Waldes auf die Umwelt. Die Einflüsse sind ausgleichende Wirkungen auf das Klima und den Wasserhaushalt, als auch die Reinigung und Erneuerung von Luft und Wasser. (vgl. BGBl. Nr. 440/1975)

Im Buch „Lebensraum Wald“ von Heinrich Hofmeister sind ebenfalls ähnliche Funktionen des Waldes angeführt.

Die verbessernde Wirkung auf das Klima kommt zustande, weil CO₂ aus der Luft gespeichert, Temperaturgegensätze gemindert, die Luftfeuchtigkeit in Wäldern erhöht und so die Windgeschwindigkeit gebremst werden kann. Die positive Wirkung auf den Wasserhaushalt entsteht dadurch, dass übermäßiger Abfluss verhindert wird und große Wassermengen gespeichert werden. Durch die Filterwirkungen des Waldbodens wird ebenso die Güteklasse des Wassers verbessert. Durch die großen Blattoberflächen der Wälder reinigen sie somit die Luft von Schmutz und

Industrieabgasen. Zusätzlich senken Wälder den anfallenden Straßenlärm in der Nähe von Verkehrswege und Ortschaften. (vgl. Hofmeister 1997: 252)

2.2.1.4 Erholungswirkung

Die vierte beschriebene Wirkung von Wäldern im Forstgesetz ist die **Erholungswirkung**. Wälder stellen Erholungsräume für WaldbesucherInnen dar.

Wälder sind bis auf einige festgelegte Ausnahmen (wie z.B.: im Gefährdungsbereich während Schlägerungsarbeiten, während Schädlingsbekämpfungen oder auf Grund wissenschaftlicher Zwecke) für jede/n BürgerIn frei zugänglich. Diese werden in Österreich, vor allem in stadtnahen Bereichen, sehr gerne als Naherholungsgebiet genutzt.

„In zunehmenden Maß werden Waldgebiete, die für die Erholung der Bevölkerung eine besondere Rolle spielen, mit markierten Wegen und Trimpfpfaden, Rastplätzen, Liege- und Spielwiesen, Aussichtspunkten, Lehrpfaden und Wildfütterungsstellen ausstatten und bieten so zahlreiche Möglichkeiten zur körperlichen und geistigen Entspannung. (...) Im Wald finde der Mensch Ruhe und Entspannung. Er genießt die Stille, die nur von natürlichen Geräuschen unterbrochen wird“ (Hofmeister 1997: 252).

2.3 Ökosystem Wald

Wie schon in den verschiedenen Definitionen angeführt, erfüllt das Ökosystem Wald wichtige Funktionen auf der Erde. In diesem Abschnitt werden diese näher erläutert.

Teil der Definition eines Ökosystems ist im Allgemeinen, dass es gegenüber seiner Umgebung größtenteils abgrenzbar ist. Jedoch sind Ökosysteme trotzdem offene dreidimensionale Nischen der Biosphäre. Diese werden durch abiotische, biotische und anthropogene Komponenten charakterisiert. Jene Komponenten sind durch Energieströme, Stoffkreisläufe und Informationsaustausch miteinander verknüpft und beeinflussen sich daher auch gegenseitig. Je nach Entwicklungsstadium der Komponenten können sich diese, zu einem gewissen Grad, selbst regulieren und besitzen somit auch Resilienz, so wie auch Stabilität. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 55)

In der folgenden Darstellung sind die Verbindungen der Komponenten in einem Ökosystem beispielhaft abgebildet.

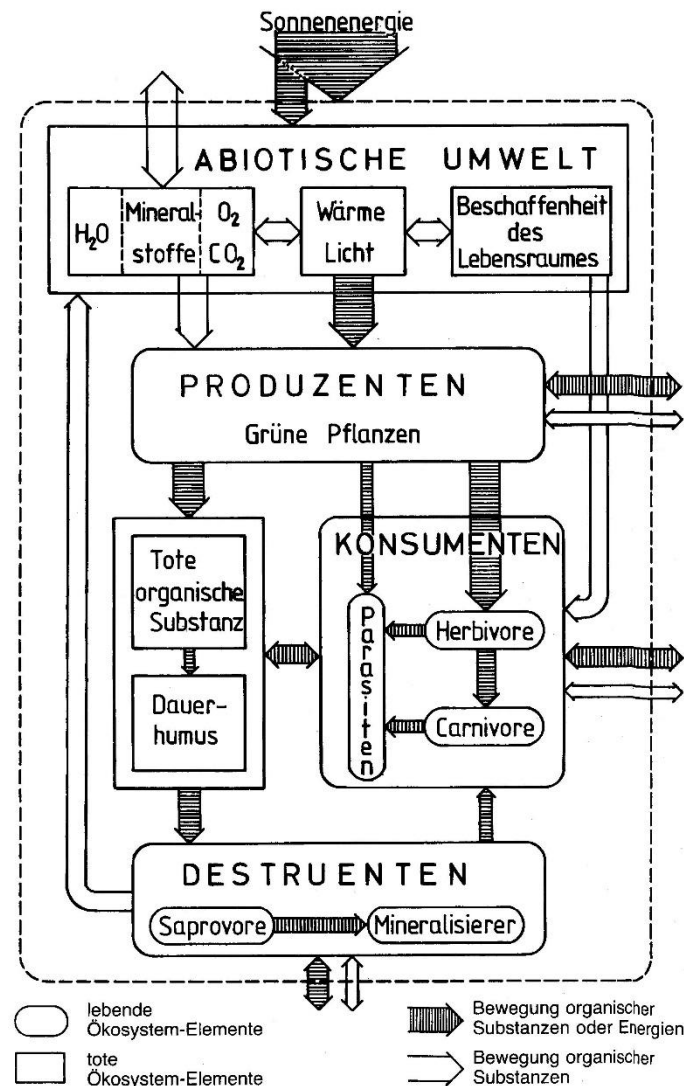


Abb. 2 Darstellung des offenen Ökosystems Wald
(Quelle: Hofmeister 1997: 205)

2.3.1 Klima

Wälder erfahren einerseits durch das Klima große Einflüsse, andererseits wirken Wälder aufgrund ihrer Raumstruktur und physiologischen Effekte ebenso auf das Klima ein. Die klimatische Wirkung des Waldes kann zweifach unterschieden werden. Ein Aspekt ist das Waldklima selbst, das sich vom Klima im offenen Land unterscheidet. Der zweite Aspekt der klimatischen Wirkung des Waldes sind die Auswirkungen des Waldklimas auf angrenzende Flächen. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 174)

2.3.1.1 Waldklima

Wind

Eine der auffälligsten klimatischen Auswirkungen des Waldes ist, dass dieser eine windbremsende Wirkung aufweist, da es vor Waldbeständen zu einem Aufstau der Luftmassen kommt. Die Windschutzwirkung eines Waldes an der Wind zugewandten Seite, der LUV Seite, kann bis zum 5 – 10 fachen der Bestandshöhe reichen. Ebenfalls ist die Windgeschwindigkeit im Waldinneren herabgesetzt. Im Vergleich zu Freilandflächen ist die Geschwindigkeit um 10 – 20 % geringer. Jedoch ist die Windbremsung stark abhängig von der Raumstruktur und der Dichte des Waldes. Ungleichaltrige und vertikal gut gegliederte Bestände weisen eine bessere Fähigkeit auf Wind zu bremsen als gleichaltrige und einschichtige Waldbestände. Ebenso weisen dichte, einschichtige Waldflächen eine geringere Windgeschwindigkeit im Inneren auf als lichte, vielschichtige Waldbestände. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 176 f)

Wärmehaushalt

Der Konvektionswärmestrom und der Verdunstungswärmestrom sind die vorwiegenden Energieinputs eines Waldes, die durch die Sonneneinstrahlung entstehen. Der Konvektionswärmestrom ist der Strom an fühlbarer Wärme und durch diesen wird der Atmosphäre Wärme zugeführt und somit wird die Lufttemperatur im Wald erhöht. Der Verdunstungswärmestrom setzt sich aus Evaporation (unproduktive Verdunstung) und Transpiration (produktive Verdunstung) zusammen, diese führen zu einer Erhöhung der Luftfeuchte. Wird die Strahlungsbilanz von Wäldern mit jener von Feldern verglichen, so kann erkannt werden, dass die Verdunstung von Wäldern größer ist, als die von Feldern. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 175 f)

Hydrologische Wirkung

Wälder können den fallenden Niederschlag erhöhen, in Gebieten in denen große zusammenhängende Waldkomplexe vorhanden sind. Es entsteht durch die Höhe der Wälder eine aufwärts gerichtete Luftströmung, das zu einer adiabatischen Abkühlung führt. Zusätzlich wird die Luft stärker durch die Kronendachrauheit vermischt und eine niederschlagsfördernde Vertikalbewegung induziert. Außerdem sind im Wald die

Verdunstung und die Luftfeuchtigkeit höher, daher geben große Waldbestände Wasserdampf ab, der in später Folge Niederschläge bildet.

Ein zusätzlicher hydrologischer Faktor ist die Interzeption. Die Interzeption beschreibt das Abhalten bzw. Zurückhalten von Wasser an Pflanzenmaterialien. Dieser Vorgang wird durch die Adhäsionskraft der Blattoberfläche vollzogen. Wälder weisen durchschnittlich eine Interzeption von 15 - 30 % des Gesamtniederschlags auf. Die Interzeption ist im Sommer am stärksten, da auch die Verdunstung größer ist als im Winter. Zusätzlich ist ein Unterschied zwischen den Baumarten zu erkennen, immergrüne Nadelbaumbestände weisen eine höhere Interzeption auf als laubwerfende Laubbäumbestände.

Erreicht das Wasser den Boden, so infiltriert es die Waldböden. Durch die lockeren, porenreichen und durch Wurzeln aufgeschlossenen Böden des Waldes kann das Wasser in den Boden besser eindringen als in jene Böden von Feldern. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 185 ff)

2.3.1.2 Klimatische Auswirkungen

Pflanzen in den Ökosystemen betreiben Photosynthese und entziehen somit der Atmosphäre das klimaschädliche Gas CO₂. Mit Hilfe von Sonnenenergie und Wasser wird Kohlenstoff in der Pflanzenmasse, wie Blätter, Wurzeln oder Holz gebunden. Der Sauerstoff, der dabei entsteht, wird in die Atmosphäre abgegeben.

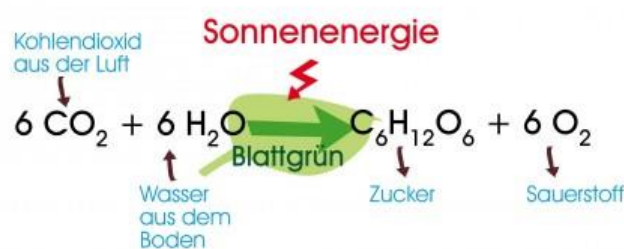


Abb. 3 Reaktionsgleichung der Photosynthese

(Quelle: <https://www.science.lu/de/content/was-ist-photosynthese>)

Auf Grund des Entzugs von CO₂ aus der Atmosphäre werden Wälder auch als Kohlendioxidsenker bezeichnet, weil die Pflanzen der Wälder mehr CO₂ aufnehmen als abgeben. Durch Holzentnahmen, Waldbrände oder ähnliches wird CO₂ wieder in die Atmosphäre abgegeben. Dadurch wird der Wald ebenso zu einer Kohlenstoffquelle. (vgl. Greenpeace 2018: 9)

Im Februar 2018 veröffentlicht Greenpeace Deutschland eine Studie, die sich mit der Thematik der Auswirkungen des Waldes auf das Weltklima befasst und wie verschiedene Waldbewirtschaftungsszenarien diese Auswirkungen verändern. Die Greenpeace-Studie führt drei Szenarien an: Holz-Szenario, Basis-Szenario und Waldvision. Das Holz-Szenario nimmt an, dass mehr Holz den Wäldern entnommen, stärker durchforstet und noch stärker den Wünschen der Holzindustrie nach Nadelgehölzen nachgegangen werden würde. Das zweite Szenario oder auch Basis-Szenario beschreibt den Status-quo. Wälder werden ähnlich stark bewirtschaftet wie bisher. In dem Kontext der Senkung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre ist das Szenario Waldvision jenes, das nach der Greenpeace-Studie zu verfolgen wäre. Das Szenario beschreibt konsequent ökologisch bewirtschaftete Wälder, in denen nur Bäume entnommen werden würden, wenn sie älter und dicker sind. Vor allem würden in Wäldern die nach diesem Szenario bewirtschaftet werden würden, natürliche Waldentwicklung, standortgerechte heimische Baumarten und der Erhalt der Artenvielfalt ermöglicht werden. (vgl. Greenpeace 2018: 6)

„(...) würde bis zum Beginn des nächsten Jahrhunderts ein starker Wald (Anm.: ein Wald nach dem Szenario Waldvision) wachsen, der große Mengen an CO₂ speichert und als Kohlenstoff fest im Holz seiner Bäume bindet, im Durchschnitt 48 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr. Werden neben lebender Biomasse auch Totholz, Boden und Holzprodukte betrachtet, würde die Speicherleistung im Durchschnitt 56 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr betragen, rund 77 Prozent mehr als im Basis-Szenario und dreimal so viel wie im Holz-Szenario“ (Greenpeace 2018: 9).

2.3.1.3 Mögliche Folge des Klimawandels

Selbst die schwächsten prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels wirken sich stark auf die Waldflächen der Erde aus. Jedoch wirken sich die Veränderungen der Wetterphänomene, der Temperaturerhöhung und der Niederschlagsverminderung unterschiedlich auf die unterschiedlichen Baumarten aus. Abhängig von den natürlichen Verbreitungszentren können die Klimaveränderungen dazu führen, dass Baumarten einen Zugewinn oder einen Verlust von Übereinstimmungen mit förderlichen Klimabedingungen erfahren. Baumarten, die in jenen Höhenstufen

wachsen in denen sie ihr Wachstumsoptimum aufweisen, wie Eichen, Buchen, Ahorn oder Esche im zentraleuropäischen Raum in der submontan - montan Stufe, werden von den Veränderungen des Klimawandels weniger betroffen sein. Waldbaumarten wie *Picea abies*, die Gemeine Fichte, *Larix decidua*, die Europäische Lärche oder die Waldkiefer, *Pinus sylvestris*, die in Europa boreale bis alpine Gebiete als natürliche Habitats besiedeln, werden durch Temperaturerhöhungen, vor allem in niedrigeren Höhenstufen in denen sie kein Wachstumsoptimum vorfinden, Verbreitungsschwierigkeiten erfahren. (vgl. Kölling, Zimmermann 2007: 259 ff)

Hartmut Graßl gab in dem Artikel „Klimawandel – zu schnell für jeden Baum“ ähnliche Argumente und Untersuchungen an. Der Meteorologe führte die Betrachtung der „Klimahülle“ einer Baumart ein um eine erste grobe Einschätzung der Entwicklung der Verbreitung von Bäumen zu erhalten.

„Klimahüllen sind Darstellungen der zweidimensionalen Häufigkeitsverteilung von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme“ (Kölling 2007: 1242).

Mit Hilfe eines Diagramms und meteorologischen Mittelwerten können Schlüsse gezogen werden, ob eine Baumart unter veränderten Klimaverhältnissen überleben kann oder eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass die Baumart unter den Klimaerscheinungen nicht überleben wird. Als Beispiel für eine Art, die eine ungewisse Zukunft durch die sich veränderten Klimabedingungen hat, wird *Picea abies*, die Gemeine Fichte, angeführt. Der Autor weist aber ebenso darauf hin, dass diese Betrachtung der Klimahülle einer Baumart und der darauf aufbauenden Einschätzung lediglich eine Entscheidungshilfe darstellen kann. Diese Berechnungsmethode bezieht nicht die Feinheiten von Klimaänderungen ein, wie z.B.: die Umverteilung von Niederschlägen von den Sommermonaten in den Winter. Zusätzlich sind über die ökologische Varianz von Bäumen im Kontext von schnell verlaufenden Klimaänderungen keine Erfahrungsdaten vorhanden. (vgl. Graßl 2011)

Klimawandel-induzierter Insektenbefall

Wie schon im vorergehenden Abschnitt angeführt, ist durch den Klimawandel eine Temperaturerhöhung zu erkennen und noch stärker zu erwarten. Diese Änderung des Klimas hat Folgen für die Baumbestände und vor allem für die Forstbetriebe. Die Temperaturerhöhung hat nicht nur Auswirkungen auf die Verbreitung der Baumarten, ebenso führt die Erhöhung der Temperatur zu einem Trockenstress bei vielen Baumarten, der einen Befall von Insekten begünstigt. (vgl. Jandl 2017)

Der Insektenbefall führt vor allem in konventionell geführten Forstbetrieben und Fichtenmonokulturbeständen zu hohen wirtschaftlichen Schäden. Insekten, die in diesem Fall anzuführen sind, ist zum einen der Buchdrucker (*Ips typographus*) und der Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*). Beide Insektenarten gehören zu der Unterfamilie der Borkenkäfer. Sowohl der Buchdrucker als auch der Kupferstecher fressen das lebensnotwendige Bastgewebe von befallenen Bäumen. (vgl. Verein wald.zeit 2015a)

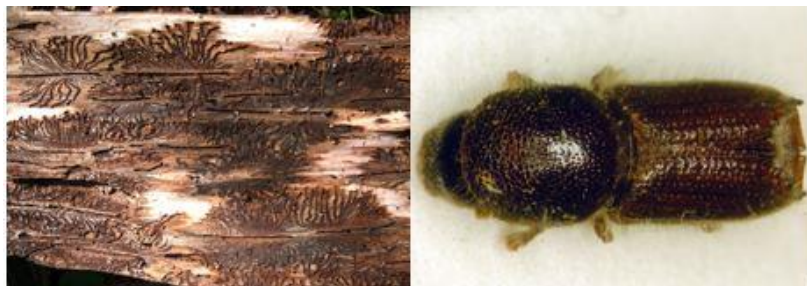


Abb. 4 Baumbefall durch Buchdrucker und Buchdrucker, *Ips typographus*
(Quelle: <http://www.wald-in-oesterreich.at/borkenkaefer/>)



Abb. 5 Baumbefall durch den Kupferstecher und Kupferstecher *Pityogenes chalcographus*
(Quelle: <http://www.wald-in-oesterreich.at/borkenkaefer/>)

2.3.2 Vertikalverteilung des Waldes

Das Waldökosystem weist einen charakteristischen Aufbau auf, der auch als Stockwerksaufbau bezeichnet werden kann. Der Aufbau kann in einen epigäischen und einen hypogäischen Bereich gegliedert werden.

Der epigäische Bereich umfasst lebende Arten, die auf bzw. oberhalb der Bodenoberfläche leben oder Pflanzen, die ihre Keimblätter oberirdisch entfalten. Im Gegensatz dazu steht der hypogäische Bereich. Dieser Begriff beschreibt Arten, die im Boden leben oder ihre Keimblätter unterhalb der Erde ausbilden. (vgl. Spektrum 2001)

Jene beiden Begriffe werden für die Vertikalverteilung des Waldes verwendet. Der epigäische Bereich wird in vier Schichten weiter unterteilt:

- Baumschicht (in manchen Fällen in mehrere Baumschichten unterteilt)
- Strauchschicht
- Krautschicht
- Moosschicht

Der hypogäische Bereich wird in zwei weiteren Schichten unterteilt:

- Obere Bodenschicht
- Untere Bodenschicht (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 92 f)

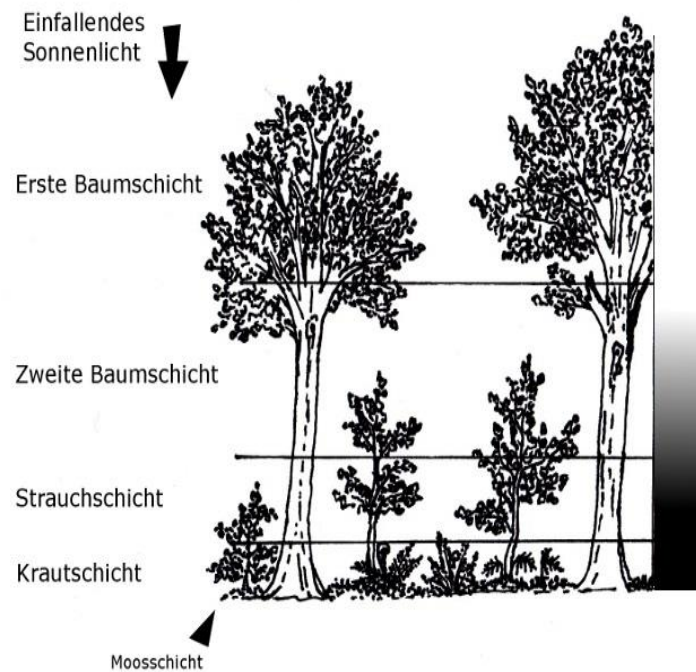


Abb. 6 Stockwerkaufbau

(Quelle:

[http://www.schwerdtfisch.net/index.php?option=com_content\\$view\\$article\\$id\\$77\\$itemid\\$101.html](http://www.schwerdtfisch.net/index.php?option=com_content$view$articleid77$itemid$101.html))

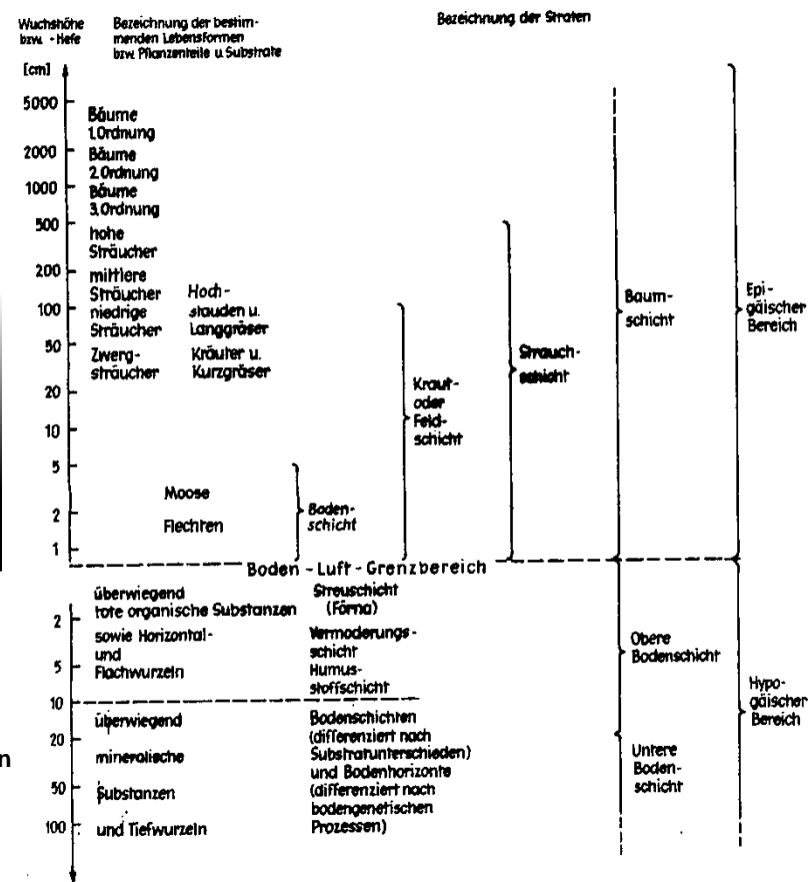


Abb. 7 Vertikalverteilung des Waldes

(Quelle: THOMASIUS, SCHMIDT 1996: 93)

Werden unterschiedliche Pflanzengesellschaften miteinander verglichen, so ist zu erkennen, dass bestimmte Pflanzengesellschaften wie Schutt- und Ackerbeikrautgesellschaften sich aus gleich hoch wachsenden Arten zusammensetzen. Im Gegensatz dazu zeichnen sich Wälder durch einen „stockwerkartigen“ Bestandsaufbau aus. Besonders hervorzuheben sind dabei die Schichtungen in artenreichen Laubwäldern. Jedoch sind die einzelnen Waldgesellschaften in den Laubwäldern bezüglich ihres Bestandsaufbaus unterschiedlich stark ausgeprägt. Beispiele für die Varianz sind einerseits ein Waldmeister-Buchenwald der aus zwei Schichten besteht und andererseits ein Birken-Stieleichenwald, der aus fünf Schichten bestehen kann.

Waldmeister-Buchenwälder weisen in der Baumschicht Buchen auf, die ein hohes Kronendach vorweist. Dadurch herrscht in diesen Wäldern Lichtmangel und es kann sich keine zweite Baumschicht oder eine Strauchsicht ausbilden. Die zweite Schicht, die in Waldmeister-Buchenwäldern ausgeprägt ist, ist eine Krautschicht. Diese wird von einer großen Anzahl an Waldbodenpflanzen, die schattentolerant sind, gebildet.

Das zweite angeführte Beispiel, der Birken-Stieleichenwald, weist im Gegensatz zum Waldmeister-Buchenwald eine stärker geschichtete Bestandsschichtung auf. Das Kronendach der Stiel-Eichen und Birken ist lückig und lässt ausreichend Licht in das Bestandsinnere. Somit können verschiedene Gehölze eine Strauch- und eine untere Baumschicht ausbilden. Unterhalb können lichtbedürftige Gräser und Kräuter vorgefunden werden. Auch die Moosschicht ist ausgeprägter. Zahlreiche Moose und Flechten können gefunden werden. Anzuführen ist jedoch, dass der Stockwerksaufbau des Waldes auch stark von der Bewirtschaftungsform beeinflusst wird. (vgl. Hofmeister 1997: 137 f)

2.3.2.1 Lebensformen

„Zu einer Lebensform werden Pflanzen zusammengefasst, die gleichartige Anpassungserscheinungen an die Umwelt aufweisen. Nach der Lage der Überdauerungsorgane zu Erdoberfläche während der Vegetationsruhe werden Bäume, Sträucher, Zwergsträucher und Kriechstauden, Erdoberflächenpflanzen, Erdpflanzen und Einjährige unterschieden“ (Hofmeister 1997: 140).

In der nachfolgenden Grafik ist die Gliederung der unterschiedlichen Lebensformen dargestellt.

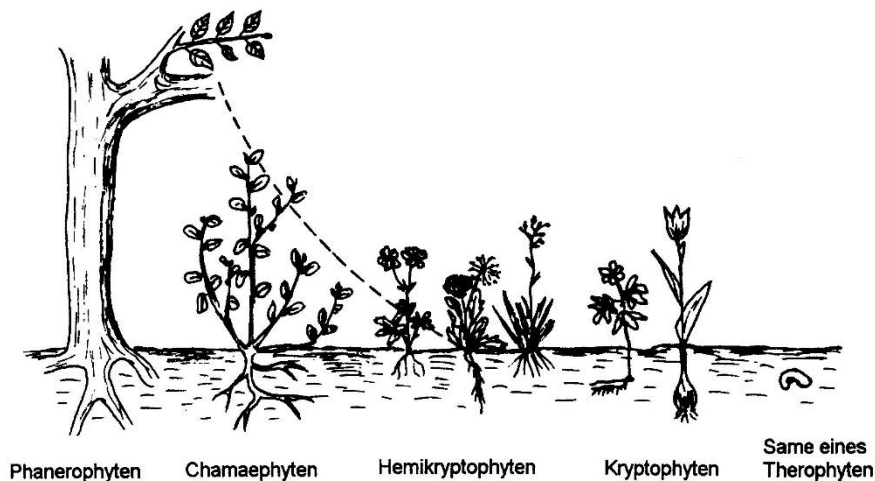


Abb. 8 Gliederung der Lebensformen von Raunkiaer (nicht maßstabsgerecht)
(Quelle: Thomasius, Schmidt 1996: 65)

1934 hat Raunkiaer für ökologische Belange eine Klassifikation für die unterschiedlichen Lebensformen erstellt und hat sich am besten bewährt. Diese Einteilung bzw. Klassifikation hat als Grundlage, wie Pflanzen die ungünstige Jahreszeit (Frost, Trockenheit) überdauern und ihre Überdauerungsorgane (Samen und Knospen) anordnen.

Somit unterscheidet man:

- **Phanerophyten:** Überdauerungsorgane befinden sich über 50 cm der Erdoberfläche
Bsp.: Bäume (Makrophanerophyten), Sträucher (Nanophanerophyten)
- **Chamaephyten:** Überdauerungsorgane befinden sich bei diesen Oberflächenpflanzen 10 - 20 cm über der Erdoberfläche
Bsp.: Halbsträucher, Zwergsträucher, Polsterpflanzen
- **Hemikryptophyten:** die Knospen und Samen dieser „Erdschürfepflanzen“ befinden sich in Höhe der Bodenoberfläche. Die Überdauerungsorgane werden durch Laub und Streu in der ungünstigen Jahreszeit geschützt.
Bsp.: Horstpflanzen, Ausläuferpflanzen, Rosettenpflanzen, Knollenpflanzen, Schaftpflanzen

- **Kryptophyten:** die Überdauerungsorgane dieser Erdpflanzen befinden sich im Boden und überdauern somit die ungünstige Jahreszeit.
Bsp.: Rhizom-Geophyten, Zwiebel-Geophyten, Knollen-Geophyten
- **Therophyten:** Diese einjährigen Pflanzen (Annuellen) überdauern ungünstige Jahreszeiten als Samen im Boden. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 64 ff)

Artbeispiele für die Lebensformen:

- **Phanerophyt:** Rotbuche – *Fagus sylvatica*, Stiel-Eiche – *Quercus robur*
- **Chamaeophyt:** Heidelbeere – *Vaccinium myrtillus*, Kleines Immergrün – *Vinca minor*
- **Hemikryptophyt:** Wolliges Honiggras – *Holcus lanatus*, Hohe Schlüsselblume – *Primula elatior*
- **Kryptophyt:** Busch-Windröschen – *Anemone nemorosa*, Bär-Lauch - *Allium ursinum*,
- **Therophyten:** Großblütiges Springkraut – *Impatiens noli-tangere*
(vgl. Hofmeister 1997: 140)

2.3.3 Nahrungsbeziehungen im Wald

Im Ökosystem Wald besteht die Gesamtbiomasse aus den lebenden Substanzen der Produzenten, Konsumenten und Destruenten. Produzenten bilden durch Bindung von Strahlungsenergie aus anorganischen Stoffen neue Biomasse, der Vorgang der Photosynthese wird auch Primär- oder Bruttoproduktion bezeichnet. Ein Anteil der gebildeten Biomasse wird von den Pflanzen zur Erhaltung der Lebensprozesse benötigt. Der restliche Anteil, der in Blättern, Zweigen, Stämmen gespeichert wird, wird auch als Nettogewinn bezeichnet und wird einerseits primär von der Pflanze selbst genutzt für den Zuwachs oder Speicherung und andererseits von tierischen Konsumenten. Durch die Primärkonsumenten wie z.B. Herbivore wird die weitere Grundlage für die Sekundärproduktion geschaffen. Die Destruenten dominieren unter den Sekundärproduzenten, sie bauen die jährlich anfallenden Massen von abgestorbenen Material ab. Die Destruenten oder auch Zersetzer genannt verarbeiten ca. 25 % des jährlichen Primärprodukts. Der Anteil der Konsumenten gegenüber den Destruenten ist geringer.

In Wäldern ist in der Tierwelt ein großer Arten- und Individuenreichtum zu erkennen, da es durch die Vertikalverteilung des Waldes viele verschiedenartige

Kleinstlebensräume für Lebewesen gibt. Die Kronenschicht wird durch ihre große Blattfläche von besonders vielen Arten als Lebensraum genutzt. Beispiele dafür sind blattfressende Insekten und deren Parasiten, Vögel und auch Säugetiere, wie Eichhörnchen, Siebenschläfer oder Marder, welche in der Kronschicht vorzufinden sind. Die Stammschicht wird vor allem von holzfressenden Insekten und Vögeln besiedelt. Beispiele für diesen Lebensraum sind Buchdrucker, Bockkäfer, Spechte und Baumläufer. Der Waldboden wird von Hoch- und Niederwild, verschiedensten Vögeln wie Buchfink, Amsel und ebenso Lurchen, und Schnecken besiedelt. Im Waldboden finden vorwiegend Destruenten oder Zersetzer einen Lebensraum. Die Bewohner des Waldbodens werden eingeteilt in **Makrofauna** (Wühlmäuse, Maulwürfe, Regenwürmer, Käfer), **Mesofauna** (Fadenwürmer, Springschwänze, Milben) und **Mikrofauna** (Einzeller, wie Bakterien und Pilze). Die Destruenten sind für die mechanischen Zerkleinerung von toten Material zuständig. (vgl. Hofmeister 1997: 206 ff)

Zwischen den Organismen des Ökosystems Wald herrschen Nahrungsbeziehungen, die in Nahrungsketten veranschaulicht werden können. Jedes Glied einer Nahrungskette stellt eine Trophiestufe dar. In der folgenden Abbildung auf Seite 29 sind diese Trophiestufen oben vermerkt. Am Anfang einer Nahrungskette befindet sich immer eine Pflanze, deren folgen Primär- und Sekundärkonsumenten (vgl. Hofmeister 1997: 211). Primärkonsumenten sind Konsumenten auf der ersten Ebenen einer ökologischen Nahrungskette oder Nahrungsnetz. Sie konsumieren lebende oder auch frisch abgestorbenes Material von Primärproduzenten. (vgl. Campbell et al. 2012: 1830) Die Nahrungsketten im Ökosystem Wald bestehen meistens aus drei, vier seltener fünf Gliedern. (vgl Hofmeister 1997: 211)

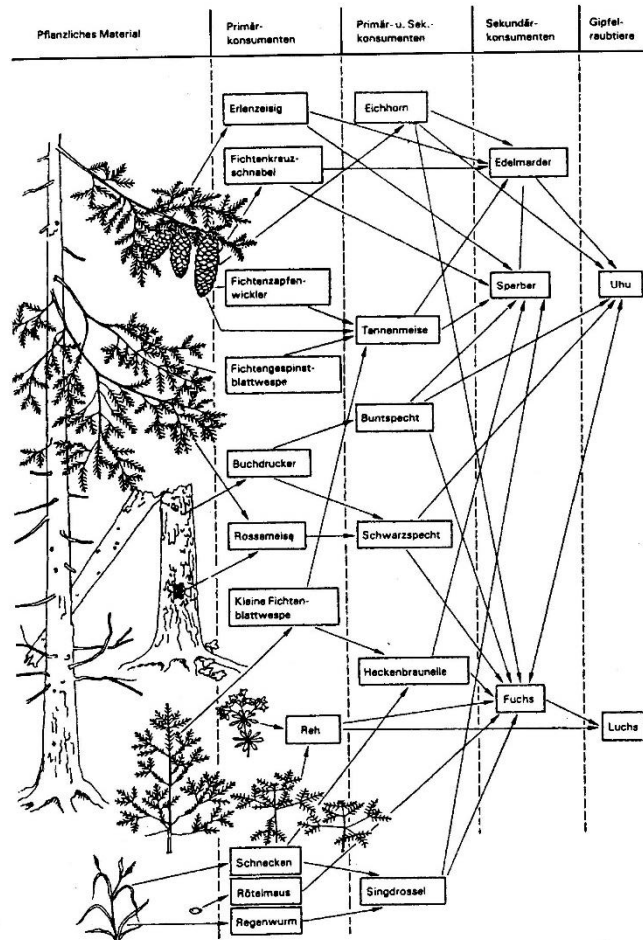


Abb. 9 Nahrungsnetzschema des Waldes
(Quelle: Hofmeister 1997: 210)

Die Abbildung veranschaulicht, dass die Nahrungskette flexibel ist und Glieder in unterschiedlichen Ketten vorkommen können. Somit bilden die zahlreichen Verknüpfungen der Glieder ein Nahrungsnetz.

2.3.4 Biodiversität

Vier Milliarden Hektar der weltweiten Landfläche werden von Wäldern bedeckt, das entspricht knapp einem Drittel der Fläche der Erde. Wälder sind in den Tropen, den gemäßigten Breiten und in den kälteren, borealen Regionen des Nordens vertreten und bieten am jeweiligen Standort einen Lebensraum für unzählige Tier- und Pflanzenarten. Es leben zwei Drittel der 1,9 Millionen beschriebenen Pflanzen- und Tierarten in Wäldern, dabei wird von der Weltnaturschutzunion IUCN vermutet, dass 9,5 Millionen Arten in den Tiefen der Regenwälder der Erde noch verborgen und unentdeckt sind. Dies macht Wälder zu einem enormen artenreichen Lebensraum.

Das Amazonas-Gebiet gilt als eines der artenreichsten Gebiete der Erde, da ein Fünftel der weltweiten Biodiversität hier zu finden ist. Viele dieser Arten sind endemisch, das heißt, dass diese nur in einem kleinen, begrenzten Areal vorkommen. Somit verschwinden endemische Arten unwiderruflich, wenn ein solcher Lebensraum durch Rodung oder Schlägerung verändert wird. Nicht nur Eingriffe in das Ökosystem, sondern auch in den Zustand eines Waldes bezüglich der genetischen Vielfalt spielen mitunter eine große Rolle. Genetisch vielfältigere Arten sind widerstandsfähiger und können sich dadurch besser an Umweltveränderungen anpassen. (vgl. WWF Deutschland 2011: 8)

McCann behandelt die Thematik widerstandsfähigerer Arten in seinem Artikel „The diversity-stability debate“ im Nature Magazin im Jahr 2000. In diesem wird angeführt, dass Ökosysteme, die eine natürliche oder arten- und strukturreiche Tier und Pflanzenwelt aufweisen, besser mit Störereignissen umgehen können, indem sie diese Ereignisse abpuffern beziehungsweise sich schneller davon erholen. Im Gegensatz dazu stehen jene Ökosysteme die eine reduzierte biologische und genetische Vielfalt aufweisen. (vgl. McCann 2000: 230)

2.4 Waldvorkommen

Der folgende Abschnitt bezieht sich auf die Entwicklung von Waldflächen in unterschiedlichen Raumgrößen.

2.4.1 Waldvorkommen weltweit

Die folgende Grafik behandelt die Waldflächenentwicklung auf der Erde von 1990 bis 2015.

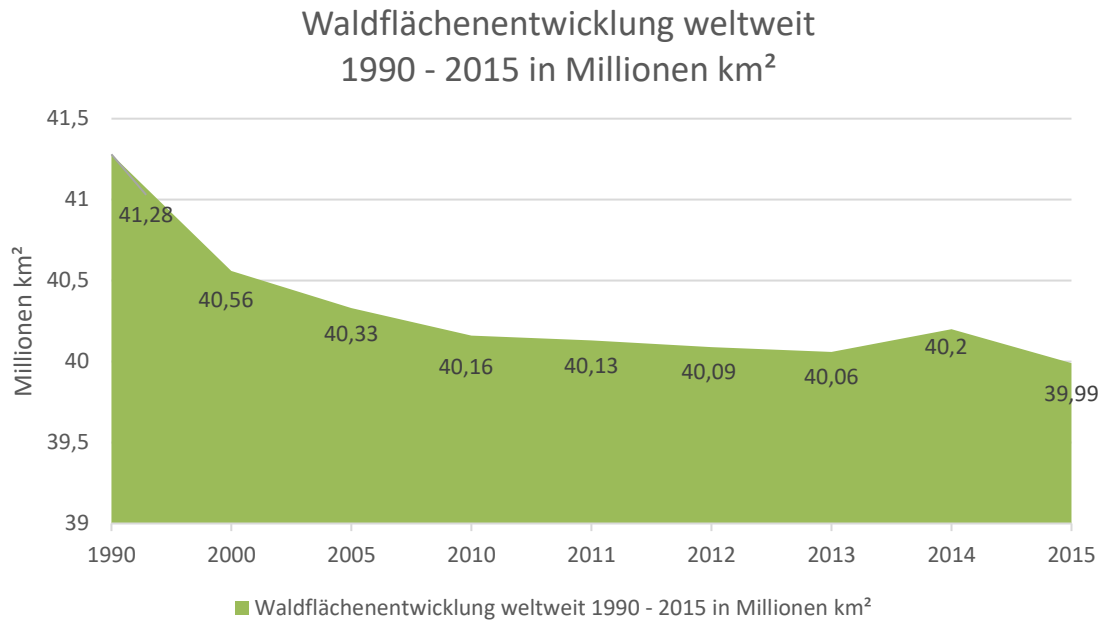


Abb. 10 Waldflächenentwicklung weltweit 1990 – 2015

(Datengrundlage: statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/159813/umfrage/entwicklung-der-weltweiten-waldflaeche/>, eigene Darstellung)

In der Grafik ist zu erkennen, dass in den zehn Jahren von 1990 bis 2000 knapp eine Million km² an Waldfläche verloren ging.

2.4.1.1 Gründe für weltweite Waldverluste

Laut dem Bericht des WWFs Deutschland im Jahr 2011 mit dem Titel „Die Wälder der Erde – Ein Zustandsbericht“, sind die drei Hauptursachen des Rückgangs des Waldes die Ausweitung der Landwirtschaft, der Infrastruktur und ebenfalls die Holznutzung. Ein weiterer Faktor, der die Wälder der Erde zusätzlich unter Druck setzt, ist der Klimawandel. Die Veränderung des Klimas wird die Häufigkeit und das Ausmaß von Dürren, Insektenbefall und Waldbränden verstärken. (vgl. WWF Deutschland 2011: 6)

Jährliche Änderung der Waldbestände

In absoluten Zahlen und in Prozent des jeweiligen Gesamtbestandes, Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2015

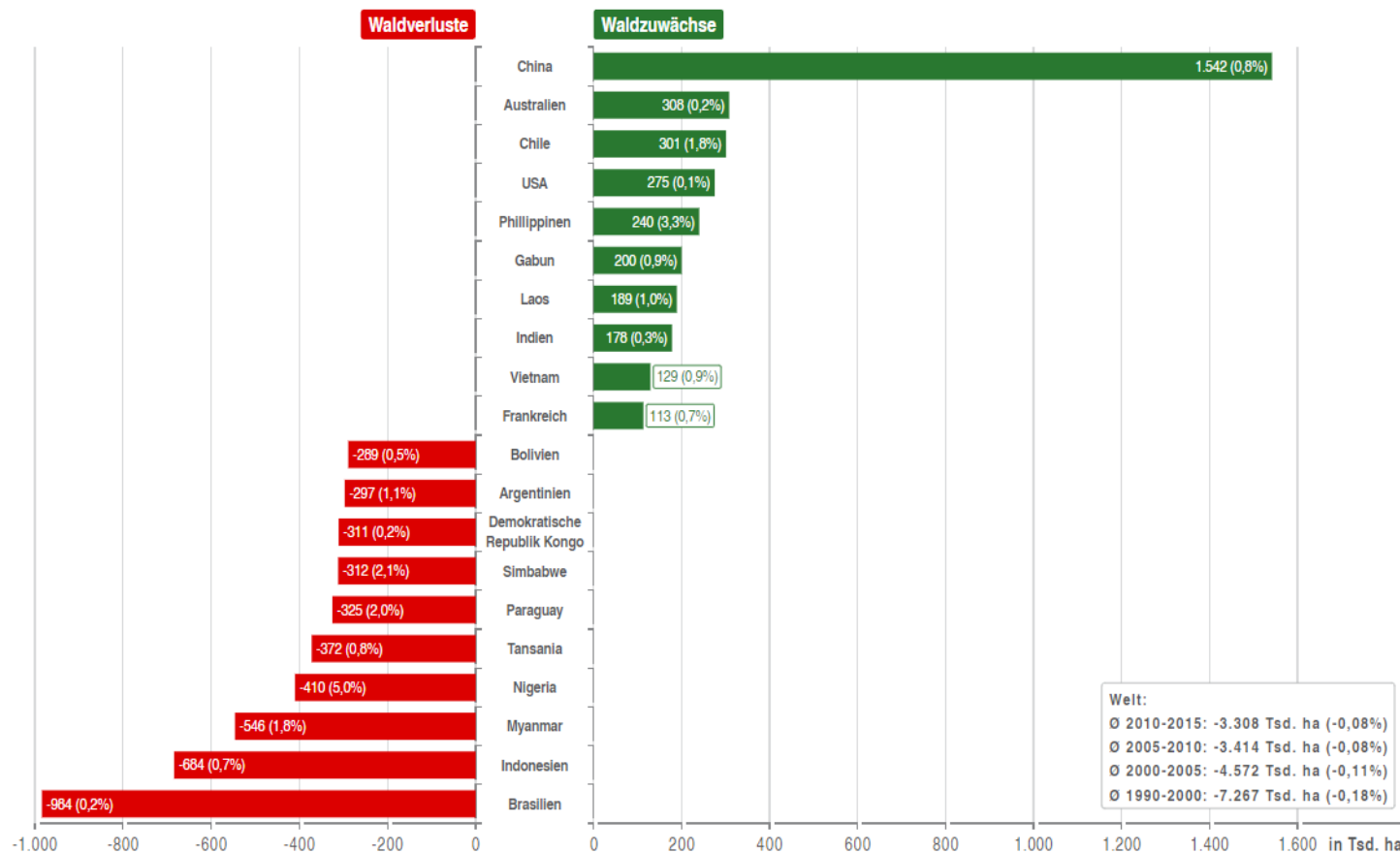


Abb. 11 Jährliche Änderung der Waldbestände

(Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung, <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52727/waldbestaende?zahlenfakten=detail>)

Die Abbildung auf Seite 25 veranschaulicht eine starke Polarisierung der Veränderung der Waldbestände. Eine Polarisierung ist dahingehend zu erkennen, da beide Seiten, sowohl Verluste als auch Zuwächse stark hervortreten. Waldverluste sind vor allem in tropischen und subtropischen Ländern in Südamerika, Afrika und Teilen von Südostasien zu erkennen. Im Gegensatz dazu sind Waldzuwachs in Ländern von Asien, Amerika und Europa zu verzeichnen.

Den größten Waldverlust in Hektar ausgedrückt weist Brasilien auf. In Brasilien befinden sich 12 % der weltweiten Waldflächen. Jährlich verliert das südamerikanische Land 984.000 ha Wald. Dies entspricht einem jährlichen Verlust von 0,2 % der Waldflächen. (vgl. Bundeszentrale für politische Bildung 2017)

Im Journal für Entwicklungspolitik erschien im Jahr 1992 ein Bericht zu den Entwaldungsursachen in Amazonien. In diesem Beitrag definieren Walter Hödl und Martin Frimmel die Rinderweidewirtschaft, die kleinbäuerliche Landwirtschaft, den Ausbau des Straßennetzes und die daraus resultierenden Möglichkeiten für Schlägerungs- und Transportunternehmen Wertholz zu fällen, als Gründe für den Verlust für Waldflächen. Ebenso führte die Entdeckung von Bodenschätzen zu einer Rodung des Regenwaldes. (vgl. Hödl, Frimmel 1993: 269 ff) Die WWF-Studie mit dem Titel „Die Wälder der Erde“ aus dem Jahr 2011 führt ebenso an, dass gerodete Waldflächen für Sojaplantagen herangezogen werden. Das Land mit den zweitgrößten Verlusten an Waldfläche ist Indonesien. Dort wird ein jährlicher Verlust von 684.000 Hektar Wald verzeichnet. Im Falle Indonesiens sind die Gründe für die Waldverluste anderer Art. Im Gegensatz zum südamerikanischen Land Brasilien wird in Indonesien Holz einerseits großflächig für die Zellstoff- und Papierindustrie und andererseits für Palmölplantagen gebraucht. (vgl. WWF Deutschland 2011: 6)

2.4.1.2 Gründe für weltweiten Waldzuwachs

In Abb. 10 auf Seite 24 ist zu erkennen, dass sich 2005 der weltweite Waldverlust verlangsamt hat, wobei ein leichter Zuwachs im Jahr 2013 zu erkennen ist.

Betrachtet man die Waldflächenveränderung jedes einzelnen Landes in Abbildung 11, so sind nicht nur große Waldverluste erkenntlich, sondern auch enorme Waldzuwächse in europäischen Ländern, China oder Russland zu verzeichnen.

Im Fall Chinas sind großflächige Aufforstungen ausschlaggebend für den Zuwachs an Waldflächen. Seit 1990 sind aufgrund dieser Maßnahme die Waldflächen im

asiatischen Land um ein Drittel gewachsen um somit die fortschreitende Wüstenbildung zu minimieren. (vgl. WWF Deutschland 2011: 20)

Eine Studie, die 2017 im Science Magazin veröffentlicht wurde, hat sich die Waldflächen in Trockenland Biomen zum Thema gemacht. Die WissenschaftlerInnen begutachten mit Hilfe von Google Earth Aufnahmen die Wälder in den Trockenländern von 2015. Dabei wird analysiert, dass 1327 Millionen Hektar Trockengebiet 2015 mit mehr als 10 % Baumbestand bedeckt waren und 1079 Millionen Hektar Waldfläche umfassten. Diese Erkenntnis erhöht früheren Schätzungen um 40-47 %. Somit sind 467 Millionen Hektar Wald nie zuvor in den Schätzungen von Hansen et al. im Jahr 2000 und von Sexton et al. im Jahr 2010 gemeldet worden. Dies führt zu einer Erhöhung der aktuellen Schätzungen der weltweiten Waldflächen um mindestens 9 %. (vgl. Bastin et al. 2017: 635)

2.4.2 Waldsituation in Europa

In diesem Abschnitt wird die Waldsituation in Europa genauer beleuchtet.



Abb. 12 Waldverteilung in Europa
(Quelle: ProHolz 2011:14, eigene Bearbeitung)

2.4.2.1 Fakten zu europäischen Waldflächen

Laut den Daten der Eurostat aus dem Jahr 2015 befinden sich 5 % der Waldflächen der Welt in der Europäischen Union. Die 28 EU Mitgliedstaaten verfügen 2015 über 180 Millionen Hektar Wald, das entspricht 42 % der europäischen Landfläche. Im Jahr 2010 waren 40,3% des Waldes in öffentlichen Besitz und 59,7 % in Privatbesitz. (vgl. Eurostat 2016: 142 ff)

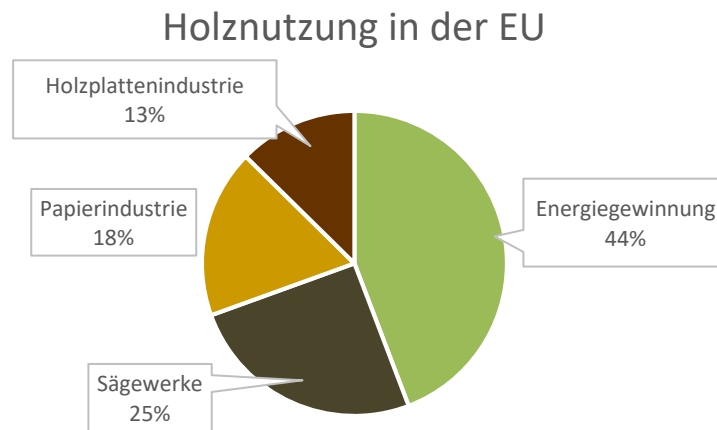


Abb. 13 Holznutzung in der Europäischen Union
(Quelle: ProHolz 2013: 15, eigene Bearbeitung)

In der Zeitschrift ProHolz, die ihre Daten von Eurostat bezieht, wird angeführt, dass der Forstsektor, der sich aus Forstwirtschaft, Holz- und Papierindustrie zusammensetzt, 1 % des Bruttoinlandsprodukts der Europäischen Union ausmacht. Der Forstwirtschaftssektor schafft somit für rund 2,6 Millionen Menschen in den unterschiedlichen Bereichen Arbeitsplätze. (vgl. ProHolz 2013: 14)

In Europa (ohne Russland) sind im Jahr 2010 weniger als 3 % der Waldflächen mit Primärwäldern bedeckt, das entspricht 5,4 Millionen Hektar. Russland, das flächenmäßig größte Land, besitzt über 250 Millionen Hektar und kann somit die zweitgrößte Primärwaldfläche vorweisen. Diese Primärwaldgebiete sind fast 50-mal so groß wie im restlichen Europa. In Europa befinden sich die größten Primärwaldgebiete in Schweden, Estland, Weißrussland, Bulgarien, Rumänien, Norwegen und Slowenien.

Von der Waldfläche Europas sind etwa 10 % als Schutzgebiete definiert. Diese Waldschutzgebiete sollen die Biodiversität erhalten. Der globale Durchschnitt liegt bei 12 %, somit liegt Europa unterhalb des weltweiten Durchschnittes. (vgl. WWF Deutschland 2011: 39 f)

2.4.3 Waldsituation in Österreich

Das Land Österreich weist eine Gesamtfläche von 8,4 Mio. Hektar auf, davon sind 4,0 Mio. Hektar mit Wald bedeckt. Dies entspricht 47,8 % der Gesamtfläche Österreichs. (vgl. BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2018)

Waldkarte Österreich

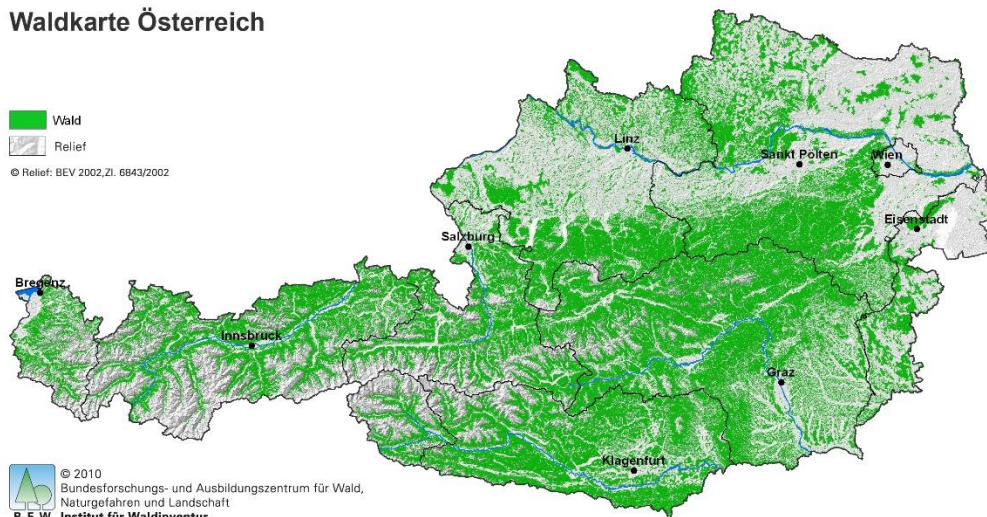


Abb. 14 Waldfläche in Österreich

(Quelle: BFW, <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1>)

Die Wälder Österreichs werden eingeteilt in Wirtschaftswald und Schutzwald. Wie in der Abb. 15 angeführt, werden in etwa 21 %, also 0,8 Millionen Hektar als Schutzwald verwendet und 79,5 % der 4,0 Millionen Hektar Waldfläche als Wirtschaftswald, das entspricht 3,2 Millionen Hektar Wald. (vgl. BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2016a: 6)

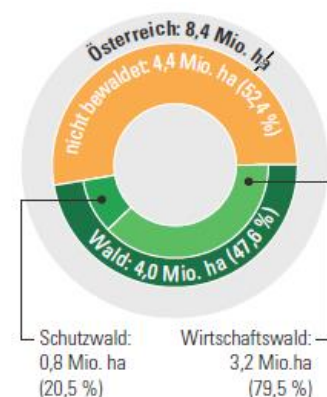


Abb. 15 Flächenaufteilung in Österreich

(Quelle: BFW -

BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM
FÜR WALD 2016a: 6)

Schutzwälder schützen die Bevölkerung von Österreich vor Naturgefahren wie z.B.: Lawinen, Muren, Hochwasser, Hangrutschungen und Steinschlägen.

2.4.3.1 Baumartenverteilung

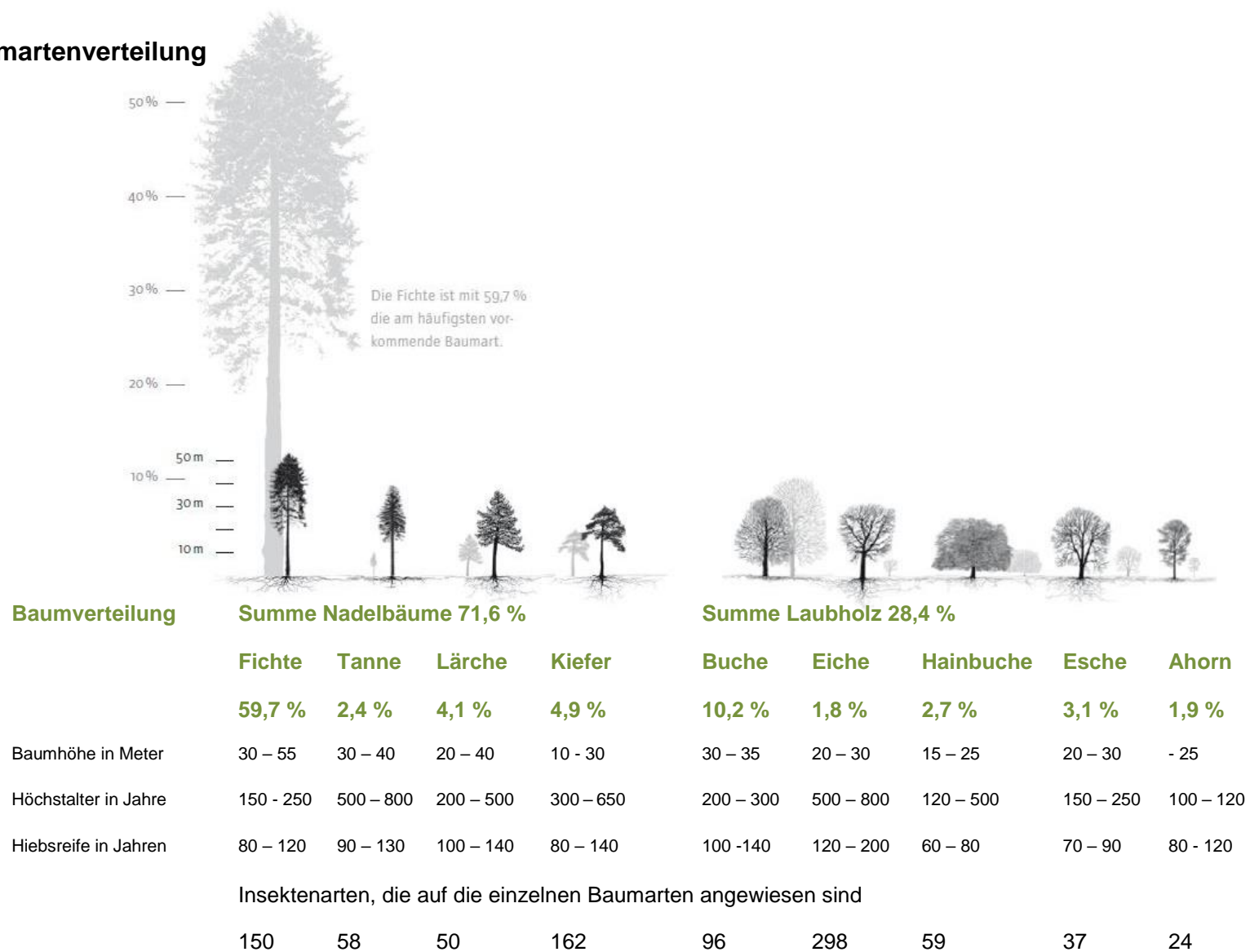


Abb. 16 Baumverteilung in Österreich
 (Quelle: BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2018; ProHolz 2013: 15)

Die Abbildung 16 zeigt die Baumartenverteilung in Österreich. Es wird zwischen Nadel- und Laubbaumarten unterschieden. In der Unterteilung werden die häufigsten Nadel- und Laubbaumgattungen angeführt, und deren Baumhöhe in Meter, das Höchstalter und die Hiebreife. Weiters wird in der Tabelle Insektenarten angeführt die auf die jeweils einzelnen Baumarten angewiesen sind.

2.4.3.2 WaldbesitzerInnen in Österreich

Wie schon angeführt ist knapp die Hälfte von Österreich mit Wäldern bedeckt. Diese Fläche von rund vier Millionen Hektar befinden sich in unterschiedlichen Besitzverhältnissen. Die Frage „Wem gehört der Wald in Österreich?“ wird einerseits in der Agrarstrukturerhebung behandelt und andererseits von dem Bundesforschungszentrums für Wald in Form der Österreichischen Waldinventur, kurz ÖWI erhoben. Das Bundesforschungszentrum für Wald, kurz BFW, erhebt die unterschiedlichsten Daten, die das Themengebiet Wald behandelt.

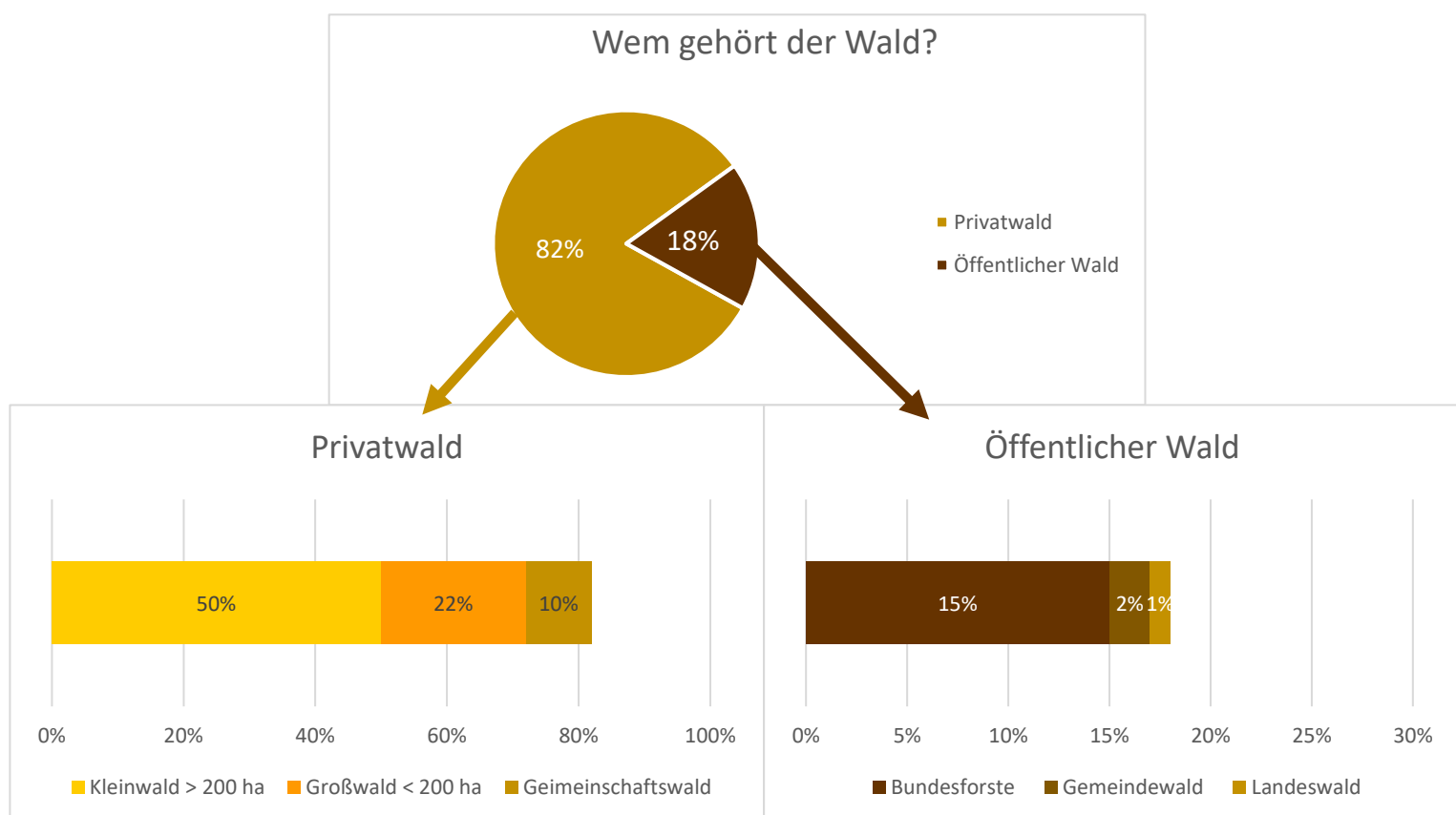


Abb. 17 Waldbesitzer in Österreich

(Quelle: BFW - BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD 2016), eigene Darstellung

Das Diagramm auf Seite 32 veranschaulicht, dass zu 82 % der Waldflächen in Privatbesitz sind. Von diesen 82 % besitzen 50 % der InhaberInnen Kleinwälder. Kleinwälder überschreiten eine Fläche von 200 Hektar nicht. 22 % der Privatwälder sind Großwälder die eine Fläche über 200 Hektar aufweisen. Die restlichen 10 % der Privatwälder werden in Gemeinschaften besessen. (vgl. BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2016b)

Der Hauptanteil der 18 % öffentlichen Wälder wird den Bundesforsten zugerechnet. Die Bundesforste besitzen 510 000 Hektar Wald (Bundesforste 2018). Diese Waldflächen machen die Bundesrepublik Österreich zum größten Waldbesitzer im Land (vgl. ProHolz 2013: 17).

Waldbesitzverteilung in Österreich

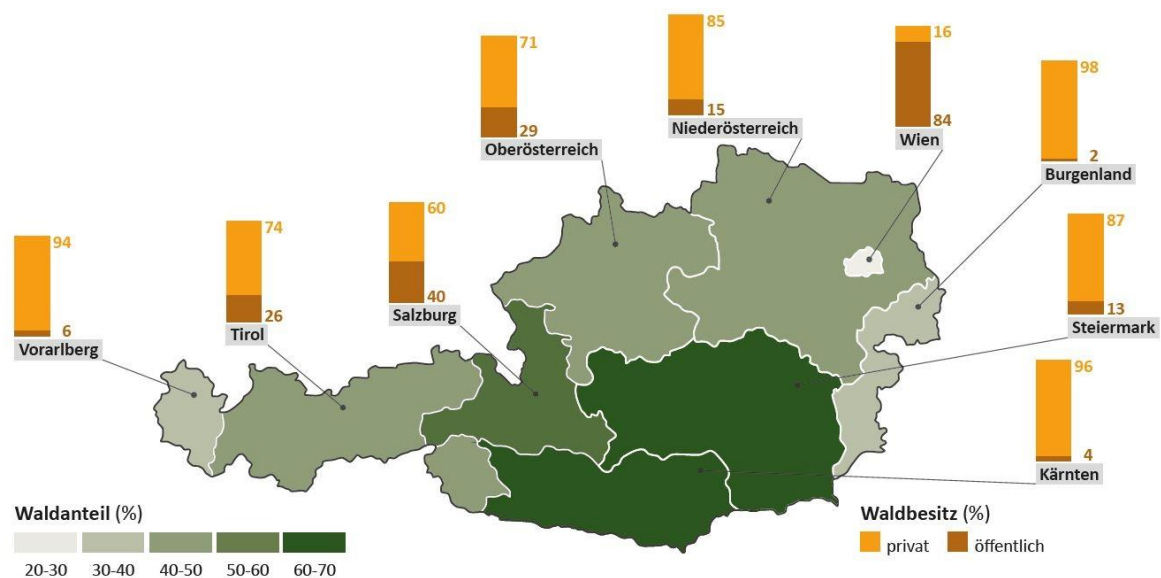


Abb. 18 Waldbesitzverteilung in österreichische Bundesländer
(Quelle: BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2016b)

Das Bundesland Steiermark weist einen Waldanteil von 61,4 % auf und ist somit das walddreichste Bundesland in Österreich, dicht gefolgt von Kärnten, das eine Waldflächenanteil von 61,2 % zu verzeichnen hat. Im Mittelfeld des Waldflächenanteils befinden sich die Bundesländer Oberösterreich (41,6 %), Tirol (41,2 %) und Niederösterreich mit 40,0 %. Das Bundesland Wien kann, aufgrund der geringen Fläche und der starken Verbauung, 21,5 % Waldfläche aufweisen. Von diesen 21,5 % sind 84 % öffentliche Wälder und nicht im Privatbesitz.

3 Waldbewirtschaftung

*Wer nur um Gewinn kämpft,
erntet nichts,
wofür es sich lohnt zu leben.*
ANTOINE DE SAINT-EXUPÉRY

„Bei Waldwirtschaft handelt es sich um ‚Menschliche Tätigkeiten, die drauf gerichtet ist, Waldökosysteme in einen Zustand zu bringen oder in einem Zustand zu erhalten, in welchem diese Ökosysteme bestimmte menschliche Bedürfnisse nach Gütern und Dienstleistungen erfüllen können‘. Waldwirtschaft zielt darauf ab, die verschiedenen Waldnutzungen zu koordinieren und hinsichtlich eines nachhaltigen Ertrags zu optimieren.“
(Herkendell 1995: 21)

3.1 Geschichte der Waldbewirtschaftung in Österreich

Seit der frühgeschichtlichen Zeit bis heute ist der Wald für die Bevölkerung als „Primärproduktionsstätte“ für die unterschiedlichsten Rohstoffe wie z.B. Holz sehr wichtig. Jedoch ist in diesem Zusammenhang anzuführen: *„Wälder können ohne den Menschen leben, wir Menschen aber nicht ohne den Wald“* (Johann 2002: 6).

Wälder waren über Jahrtausende hindurch einerseits eine Reserve, andererseits eine wichtige Ressource für die Menschheit. Die Waldflächen der Erde lieferten für die Menschen alles, was sie zum Überleben benötigten. Von Gütern wie Holz, Früchten, Beeren, Honig, Arzneien, Kräutern bis zum Schutz vor Naturgefahren wie Lawinen, Muren oder Hochwasser erwiesen Wälder der Menschheit ihren Dienst. (vgl. Johann 2002: 6)

Holz wurde für den Bau von Häusern, Schiffen, verschiedenen Arbeits- und Gebrauchsgegenständen verwendet. Bis zum Zeitpunkt der Substitution von fossilen Brennstoffen während der industriellen Revolution hatte der Rohstoff Holz sowohl im gewerblichen als auch im privaten Gebrauch die absolut dominierende Stellung als Energie-, Kraft und Wärmequelle in frühkapitalistischen Großgewerben, und ebenso im gewerblichen und privaten Gebrauch.

Somit ist es verständlich, dass häufig Regelungen über Wälder getroffen sind wurden, z.B.: im Jahr 888 für die Königsgüter um Wels, aber ebenso für die Waldgebiete von Karl dem Großen. In jenen publizierten Regelungen ist nicht nur die Holznutzung geregelt. Es wurden ebenfalls Anweisungen zur Wiederbewaldung, Durchforstung oder waldpflegerische Maßnahmen angeführt. (vgl. Johann 2002: 6 f)

Im Laufe der Zeit verschob sich die erwerbswirtschaftliche Versorgung hin zur hauswirtschaftlichen Bedarfsdeckung. Diese Entwicklung hatte für die Waldflächen die Folge, dass die Ressource Holz verknappt wurde und es zu einem großen regionalen Anwachsen von flächenhafter Bewirtschaftung und Nutzung kam. Durch die Holzverknappung entwickelten sich Konflikte zwischen der Montanindustrie und der örtlichen Bevölkerung, da sich diese um eine nachhaltige Brennholzversorgung der Bauernhöfe sorgten.

Diese Konflikte, die in der Zeit von 1500 und 1800 innerhalb der Bevölkerung Österreichs entstanden, erweckten Sorge um die Erhaltung des Waldes und dessen Rohstoffe. Durch sogenannte „Waldbereitungen“ sollte eine langfristige Planung ermöglicht werden und somit ein nachhaltiger Nachwuchs und eine geregelte Forstbewirtschaftung erreicht werden. Dieses Instrument wurde in späteren Jahrhunderten weiterentwickelt und mit Hilfe von Informationsinstrumenten wird heute eine Großrauminventur von Seiten der BFW durchgeführt. (vgl. Johann 2002: 6)

Im 19. Jahrhundert wurde der Gedanke des Schutzes der Gebirgswälder ausgeprägter, da es durch die großflächigen Kahlschläge katastrophale Naturereignisse gab. In der zweiten Hälfte fand in Österreich und in einigen Ländern in Europa ein Meinungswechsel in der städtischen Bevölkerungsschicht zum Naturschutz hin statt, da für jene Bevölkerungsschicht kein unmittelbarer ökonomischer Nutzen aus den Waldflächen ersichtlich schien. Die Erhaltung des Waldes wurde deshalb vorangetrieben, da dieser einen unverzichtbaren Teil der Landschaft darstellt.

Dieser Gedanke wurde von einigen Forstleuten berücksichtigt, und so flossen kulturelle und ästhetische Gesichtspunkte in die Waldbewirtschaftung ein. Jedoch ist hervorzuheben, dass die Wälder in Österreich sehr stark von forstlichen Tätigkeiten geformt wurden und daher die Waldflächen nicht älter als 200 Jahre sind und eine vermehrte Ausrichtung hin zu Nadelgehölzen stattgefunden hat. Das hatte zu Folge, dass von Laubbäumen bewachsene Flächen auf die Hälfte reduziert wurden. (vgl. Johann 2002: 6 f)

„Die vierhundertjährigen Alteichen und Buchen, die noch im Mittelalter einen wesentlichen Bestandteil der Wälder bildeten, und die durch ihr hohes Alter und ihre Mächtigkeit dem Menschen als ein überzeitliches und riesenhaftes Sinnbild erschienen und somit zu der hohen kultischen Stellung von Baum und Wald im Brauchtum führten, und lang schon aus unseren heimischen Wäldern verschwunden.“ (Johann 2002: 7)

Am 3. Juli 1975 trat das derzeit gültige Forstgesetz in Kraft, dass als Ziel hat das Forstwesen in Österreich zu regeln. (vgl. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2015)

3.2 Arten der Waldbausysteme

Wälder werden über Jahrhunderte hinweg bewirtschaftet, daher ist es verständlich, dass sich einige Bewirtschaftungsformen im Laufe der Zeit weiterentwickeln. Diese Veränderungen werden im Folgenden skizziert.

3.2.1 Forstwirtschaftliche Begriffserklärungen

Unter dem Begriff **Schlag** wird in der Landwirtschaft eine eindeutig abgegrenzte Fläche definiert. Der **Kahlschlag** beschreibt die Fläche an dem die Bäume entnommen wurden.

Werden Bäume aus Waldflächen entnommen, so wird diese Maßnahme als **Hieb** bezeichnet. Unter **Kahlhieb** wird in der Forstwirtschaft die gleichzeitige Entnahme von Bäume eines Bestandes verstanden. In der Praxis werden ebenfalls die Begriffe Einzelstammentnahme und Zielstärkenentnahme verwendet, wenn einzelne Bäume in Waldflächen gefällt werden.

Nach der Entnahme des Holzes werden in der Forstwirtschaft Maßnahmen zur Walderneuerung getätigt. Diese Vorgehensweisen sind einerseits die **Naturverjüngung** und andererseits die **Kunstverjüngung**. Generell wird unter Naturverjüngung eine Walderneuerung durch natürlichen Samenfall oder Stockausschlag verstanden. Diese Maßnahme wird bei den einzelnen Bewirtschaftungssystemen genauer erläutert. Unter Kunstverjüngung wird die Maßnahme der gezielten Setzung von Jungpflanzen in den Schlag verstanden. (vgl. Verein wald.zeit 2015b)

Es wird bei den Waldbausystemen zwischen einer schlagweisen Waldbewirtschaftung und einer schlagfreien Waldbewirtschaftung unterschieden.

Bei der **schlagweisen Waldbewirtschaftung** werden einheitlich und zeitlich konzentriert Bäume eines Schläges des Waldbestandes entnommen. Auch die Verjüngung findet zeitlich und einheitlich konzentriert statt. Diese einheitliche konzentrierte Bewirtschaftung der Flächen hat zur Folge, dass die verschiedenen Entwicklungsstadien von Bäumen nicht mehr auf einer Fläche vorkommen, sondern auf unterschiedlichen Schlägen verteilt sind. Als Konsequenz ist zu erkennen, dass die Kontinuität des Ökosystems verloren geht. Diese Form der Bewirtschaftung wurde bereits im frühen Mittelalter in siedlungsnahen Laubwaldgebieten praktiziert.

Im Gegensatz zu der schlagweisen Waldbewirtschaftung agiert die **schlagfreie Waldbewirtschaftung** ohne den Zwang der einheitlichen, zeitlich konzentrierten Nutzung und Verjüngung ganzer Flächen bzw. Schläge. Als Konsequenz davon ist Ungleichaltrigkeit, verschiedene Entwicklungsstadien von Bäumen auf einer Fläche und Beständigkeit des Ökosystems Wald zu erwarten. Die Bewirtschaftungsform der schlagfreien Bewirtschaftung hat ebenfalls wie die schlagweise Bewirtschaftung ihre Ursprünge im frühen Mittelalter. Zu dieser Zeit wurden einzelne Bäume in siedlungsferneren Gebieten entnommen. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 303 ff)

3.2.2 Dauerwald-Bewirtschaftung

Das Dauerwald-System ist eine schlagfreie Art, den Wald zu bewirtschaften.

Diese Bewirtschaftungsform ist gekennzeichnet durch eine Kontinuität des Waldökosystems und einem Gleichgewicht aus aufbauenden Prozessen und einem Abbau und Stoffentzug. Die Kontinuität ist daher gegeben, da alle Entwicklungsstadien auf relativ kleinen Flächen vorhanden sind, und sich nicht in definierten Schlägen abgegrenzt. In den Wäldern, die in Dauerwaldsystem bewirtschaftet werden, ist eine gute Vertikal- wie auch Horizontalgliederung zu erkennen. Die Bäume werden in Form einer Einzelstammentnahme aus dem Wald entnommen. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 308) Diese werden dann aus Gründe der Pflege bzw., wenn der Stamm die definierte Zielstärke erreicht hat, geerntet. (vgl. Warkotsch 1997: 60)

„Mit dem Begriff «Dauerwald» werden Waldbestände charakterisiert, in denen naturnaher – oder wie die Dauerwald Befürworter sagen, «naturgemäßer» –Waldbau betrieben wird“ (Zingg 2003: 1).

Es wird bei der Dauerwald-Bewirtschaftung zwischen zwei Formen der Artzusammensetzung unterschieden. Einerseits die Dauerwälder, in denen die

Lichtbaumarten vorwiegend sind und andererseits die Wälder, in denen Schattenbaumarten vorkommen.

3.2.2.1 Plenterwald

Der Plenterwald ist jene Dauerwaldform, in dem Schattenbaumarten vorkommen, wie z.B. Tanne – *Abies alba*, Berg-Ulme – *Ulmus glabra*, Durch diese Arten ist es möglich, dass auf einer relativ kleinen Fläche verschiedene Entwicklungsstadien neben- und untereinander vorkommen. Im Plenterwald ist ein Jung-, Mittel- und Altwuchs vorhanden, und das führt zu einer guten Wuchsräumausnutzung. Diese weisen an günstigen Standorten einen artenreichen Mischbestand auf. Ein großer Vorteil der Mischkultur ist, wie auch schon in oberem Abschnitt 2.3.4 Biodiversität angeführt, dass diese Störereignisse besser ausgleichen und bewältigen können. Die Entnahmen von Bäumen erfolgt in Einzelstammentnahmen. Die Regeneration findet, dadurch ständig, meist in Form von Naturverjüngung, statt. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 308 ff)

3.2.2.2 Lichtbaumarten – Dauerwald

In dieser Form des Dauerwaldes bilden Lichtbaumarten die Baumbestände. Dabei stehen Gruppen oder Horste (oder Mosaikflecken) von Bäumen mit bestimmten Entwicklungsstadium nebeneinander. Ausnahmen bilden Altwuchse mit lichten Schirmen, die genügend Licht an unterhalb liegende Schichten hindurchlassen, wodurch unterschiedliche Entwicklungsstadien, übereinander angeordnet sein können. Licht stellt bei dieser Baumartenverteilung einen wichtigen Faktor dar. Dadurch ist im Vergleich zum Plenterwald eine geringer ausgeprägte Vertikalstruktur und eine geringere Horizontaldifferenzierung im Lichtbaumarten-Dauerwald zu erkennen.

Die Bäume werden ebenfalls mit Einzelstammentnahmen durchforstet und die Regeneration findet permanent und meist in Form von Naturverjüngung statt. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 309)

3.2.3 Schlagweiser Hochwald

Charakteristisch für das schlagweise System ist die Entnahme von Baumbeständen von größeren Flächen, auch Schlag genannt. Es wird bei diesem Bewirtschaftungssystem einerseits an der Art des Hiebes beziehungsweise an der

Form des Schlages und andererseits wie die Regeneration des Schlages vollzogen wird, unterschieden.

Die Regeneration wird entweder mit Naturverjüngung oder mit Kunstverjüngung durchgeführt.

3.2.3.1 Kahlschlag-Systeme

Bei diesem Bewirtschaftungssystem werden alle Bäume einer Altersstufe, die sich auf einem Schlag befinden, durch einen Hieb entfernt. Gegebenenfalls können Bäume als Überhalter in dem Schlag belassen werden, um eine Naturverjüngung zu gewährleisten. Zur Regeneration können auch Bäume von Nachbarbeständen das Aussamen übernehmen. Wird auf der Fläche keine Naturverjüngung angestrebt, so werden von Menschen in einer Pflanzaktion juvenile Bäume gesetzt.

Sowohl im Fall der Naturverjüngung als auch bei der Kunstverjüngung ist ein überwiegender Reinbestand gegeben. Die Raumstruktur in einem Wald mit Kahlschlag-Bewirtschaftung ist in beiden Fällen wenig gegliedert bis überwiegend einschichtig. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 310 ff)



Abb. 19 Kahlschlag und anschließender Pflanzaktion
(Quelle: eigene Abbildung)



Abb. 20 Kunstverjüngung Fichtensetzling
(Quelle: eigene Abbildung)

3.2.3.2 Schirmschlag-Systeme

Die Bewirtschaftung von Waldflächen mit dem Schirmschlag-System versucht, durch eine gleichmäßige Auflichtung der Altersbestände, eine flächige Verjüngung zu erzielen. Der Schirmschlag läuft in zwei Phasen ab: Die erste Phase ist der Vorbereitungshieb, hierbei werden bis zu einem gewissen Auflichtungsgrad die Bäume vom Altbestand entfernt. In der zweiten Phase, dem sogenannten Räumungshieb, werden nach dem Aufkommen der Verjüngung und der Stabilisierung die restlichen Schirmbestände aus der Waldfläche entfernt. Bei der Verjüngung wird wieder zwischen einer Naturverjüngung durch die Aussamung des Schirmbestandes oder der Kunstverjüngung durch eine gezielte Pflanzaktion unterschieden. (vgl. Landwirtschaftskammer Oberösterreich 2012: 6)

Die Raumstruktur der Waldfläche, die mit dem Schirmschlag bewirtschaftet wird, weist nach der Vorbereitungsphase eine zweischichtige vertikale Differenzierung auf. Die Struktur ist bei der Naturverjüngung abhängig von dem Zeitraum und Baumart. Bei der Kunstverjüngung ist die Raumstruktur weitgehend einschichtig. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 311 f)

3.2.3.3 Saumschlag-Systeme

Bei dieser Bewirtschaftungsform wird ein schmaler Streifen, von etwa 1-2 Baumhöhen, entlang des Bestandrandes gefällt. Somit wird die Waldfläche aufgelichtet und der restliche Bestand bleibt unbehandelt. (vgl. Landwirtschaftskammer Oberösterreich 2012: 7)

Die Regeneration kann wieder in Form von Naturverjüngung oder künstlicher Pflanzaktion vollzogen werden. Wird die Raumstruktur der Naturverjüngungskultur nach einem Saumschlag betrachtet, so ist in Richtung der Schlagreihe eine stark senkrecht abfallende Raumstruktur mit einer ungleichaltrigen Altersstruktur zu erkennen. Nach der künstlichen Pflanzaktion sind eine weitgehend einschichtige Raumstruktur und gleichaltrige Altersstruktur im Wald vorhanden. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 311 f)

3.2.3.4 Femelschlag-Systeme

Der Femelschlag oder das Lochschlag-System erfolgt, indem eine horstweise, kreis- oder amöbenförmige Auflockerung des Altholzes getätigt wird. Dabei können Stellen in Waldflächen ausgewählt werden, wo bereits Bestandslücken bzw. Naturverjüngungsgruppen vorzufinden sind. Diese Stellen können als Ausgangspunkt verwendet werden, anschließend wird der Horst kontinuierlich in Form von Fällung der angrenzenden Bäume weiter ausgedehnt. Somit wird der Schlag stückweise vergrößert. Dies wird auch Rändelung genannt. (vgl. Landwirtschaftskammer Oberösterreich 2012: 8)

Wird die Regeneration der Waldfläche mit Naturverjüngung getätigt, so kann ein Mischbestand, der ungleichaltrige Altersstrukturen aufweist, sowie eine horst- oder gruppenweise gegliederte Bestandsstruktur erkannt werden. Eine Regeneration in Form von Kunstverjüngung weist Reinbestände und gruppenweise Mischbestände auf, die vorwiegend zwei- und mehraltig sein können. Die Raumstruktur nach einer Pflanzaktion in einem Femelschlag ist gruppenweise gegliedert. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 311 ff)











Schematische Darstellung wichtiger Waldbausysteme				
1. Schlagfreie Systeme	1.1 Dauerwald-Systeme			
		Schattenbaumarten-Dauerwald = Plantenwald	Lichtbaumarten-Dauerwald	
				
2. Schlagweise Systeme	2.1 Schlagweiser Hochwald			
	Art des Hiebes bzw. Form des Schlages	2.1.1 mit Naturverjüngung	2.1.2 mit Kunstverjüngung	
	Kahlschlag-Systeme	Naturverjüngung durch Besamung von Nachbarbeständen oder Überhältern	Pflanzung	
				
	Schirmschlag-Systeme	Schirmschlag nach HARTIG	Unterbau, Zweihiebigter Hochwald, Voranbau unter großflächigem Schirm	
				
	Saumschlag-Systeme	Blendersaumschlag nach WAGNER u.a.	Unterbau, Zweihiebigter Hochwald, Voranbau auf Randstreifen	
				
	Lochschlag-Systeme	Femelschlag	Lochhieb nach MORTZFELD u.a.	
				

Abb. 21 Waldbewirtschaftungssysteme, schematisch dargestellt
(Quelle: Thomasius, Schmidt 1996: 315)

3.3 Diskussion Waldbausysteme

Im vorhergehenden Abschnitt wurden die Waldbausysteme beschrieben. Die unterschiedlichen Merkmale der Bewirtschaftungssysteme werden in diesem Abschnitt nun analysiert.

Die Waldbewirtschaftung soll, laut dem Forstgesetz, in solch einer Art und Umfang erfolgen, dass die biologische Vielfalt, die Produktivität, die Vitalität und Regenerationsvermögen dauerhaft erhalten bleibt. Damit sollen die ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Funktionen erfüllt werden können, ohne andere Ökosysteme zu schädigen. (vgl. BGBl. Nr. 440/1975)

Die Stabilität und Vitalität in Waldbeständen können durch zwei Merkmale erzielt werden. Einerseits kann durch eine horizontale und vertikale Differenzierung die Stabilität in Waldbeständen erreicht werden, andererseits kann durch eine vielfältige standortgemäße Artzusammensetzung ebenso ein stabiler Wald erzielt werden.

Die Differenzierung, die sich im Alter, dem Durchmesser und der Höhe wiedergespiegelt, führen zum Ausbilden einer leistungstärkeren und stabileren Krone. In nadelholzreichen Beständen ist ebenso ein differenzierter Bestandsaufbau von Vorteil, da die Krone lange grün ist und daher auch einen tieferen Schwerpunkt aufweist und dadurch stabiler ist.

Eine vielfältige standortgemäße Artzusammensetzung erhöht bzw. erhält die Anpassungsfähigkeit des Waldbestandes gegenüber Klimabedingungen.

Beide Maßnahmen welche die Stabilität des Waldes begünstigen, werden durch die Bewirtschaftung im Dauerwald-System mit Naturverjüngung erreicht.

Ein Dauerwald weist eine starke Differenzierung sowohl vertikal als auch horizontal auf. Die Wiederbepflanzung nach Einzelstammentnahmen in Form einer Naturverjüngung bietet eine Vielzahl an Vorteilen. Wie schon angeführt, werden sowohl genetisch wertvolle Bestände als auch die Anpassungsfähigkeit erhalten. In der Verjüngung findet eine Anpassung an den Kleinstandort statt und es sind im Vergleich zu anderen Methoden Kostenersparnisse bei Pflanzenmaterial und Arbeitszeit zu verzeichnen. WaldbesitzerInnen, die Naturverjüngung in ihren Waldflächen durchführen, haben erhöhten Aufwand die juvenilen Pflanzen vor dem Wildverbiss zu schützen, welches als Nachteil betrachtet werden kann.

Bei einer Bewirtschaftung von Waldbeständen im Dauerwald-System sind kontinuierliche Einnahmen durch Zielstärkenentnahmen zu generieren. (vgl. Landwirtschaftskammer Oberösterreich 2012: 4 ff)

"Was macht den Dauerwald ökonomisch attraktiv? Hohe Anteile an Wertholz, auf der ganzen Fläche permanent Wertzuwachs, Walderneuerung - Waldpflege - Waldausformung auf kleiner Fläche gleichzeitig im Zuge der Holznutzung" (Stocker 2007: 36).

Dies führt Walter Warkotsch ebenfalls in seinem Artikel „Der Wald als Arbeitsplatz der Zukunft“ an.

„Der artenreiche, standortsgerechte und naturnahe Wald hat einen höheren Starkholzanteil, aufgrund der biologischen Automation geringere Begründungs- und Pflegekosten, sowie eine erhöhte ökologische Stabilität.“
(Warkotsch 1997: 60)

Die schlagweise Bewirtschaftung entnimmt in einer Aufforstung einen größeren Bestand der Waldfläche. Die Schlägerungsarbeiten und die Bringung sind daher im Vergleich zum Dauerwald-System relativ einfach durchzuführen und es muss keine Rücksicht auf eine Naturverjüngung genommen werden. Als Konsequenz der Entnahme von größeren Mengen sind keine kontinuierlichen Einnahmen aus dem Wald zu verzeichnen, jedoch dafür ist ein einmaliger größerer Ertrag für eine Generation bei Kleinwäldern.

Sowohl bei der Naturverjüngung also auch, bei dem gezielten Setzen von Jungpflanzen in Form Pflanzenaktion, fallen bei der schlagweisen Bewirtschaftung Kosten an. Die Kosten sind bei einem Kahlschlag mit Pflanzenaktion am höchsten. Da durch den Kahlschlag eine große Fläche freigelegt wird, ist der Nährstoffkreislauf unterbrochen, das Bodenleben und Bodengefüge schwer geschädigt, und der Jungkultur durch Frost, Beikräutern etc. wird das Aufkommen erschwert.

Wird das Forstgesetz von WaldbesitzerInnen als Grundlage zur Entscheidungsfindung der Bewirtschaftungsform herangezogen, um einen vitalen, stabilen, produktiven, biologisch vielfältigen und regenerativen Wald zu erhalten und bewahren, wäre die Dauerwald-Bewirtschaftung zu favorisieren, da diese Bewirtschaftungsform, wie schon im vorhergehenden Abschnitt näher ausgeführt, einen solchen Wald als Ergebnis hat.

3.4 Holzernteverfahren

Dieser Abschnitt befasst sich mit den unterschiedlichen Verfahren, der Holzernte.

3.4.1 Vollmechanisierte Holzernteverfahren

Wird die Holzernte in der Waldfläche vollmechanisiert durchgeführt, wird sowohl die Fällung der Bäume, die Entastung und Ausformung mit einem Harvester oder auch Holzvollernter ausgeführt. Die Rückung wird mittels Forwarder ausgeführt. Der Einsatz von Holzvollerntern hängt von der Befahrbarkeit und der Neigung des Gebietes ab. Jene Maschinen können max. 35 % geneigtes Gelände bearbeiten. Diese Variante der Bewirtschaftung zählt derzeit zu den produktivsten und wird vor allem für größere

Flächen verwendet, da der Einsatz erst durch eine Mindestmenge an Holz produktiv und effizient wird. Die Investitionskosten für einen Harvester liegen zwischen 480.000 € und 500.000 € bei einer Nutzungsdauer von fünf bis sieben Jahren. (vgl. FPP Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier 2006: 68 f)



Abb. 22 Harvester

(Quelle:

https://www.deere.co.uk/assets/images/common/products/wheeled-harvesters/1470g/harvester_wheeled_1470g_large_67129f851d50bfba0692351ee9687c0ac8240303.jpg)



Abb. 23 Forwader

(Quelle: <https://www.ponsse.com/de/media-archive/bilder/produkte/forwarder/buffalo>)

In Österreich wurden die ersten Harvester 1990 eingesetzt. Seither ist die Anzahl der Geräte stark angestiegen. 2008 waren in österreichische Waldflächen 260 Holzvollernter im Einsatz. Dabei ist eine deutliche Verbesserung zu leistungsstärkeren und schwereren Maschinen zu verzeichnen. Diese Entwicklung hin zu immer schweren Maschinen hat zur Folge, dass die Waldböden eine Verdichtung erleiden. Die durchschnittlich 20 bis 30 Tonnen wiegenden Maschinen, die ihre Last auf vier bis acht Rädern auf den Waldboden übertragen, verdichten den Waldboden bereits bei der ersten Befahrung, was in weiterer Folge das Wurzelwachstum deutlich verringern. (vgl. Nemestothy 2015: 9 f)

In dem unten abgebildeten Profil auf Seite 46 aus der Publikation von Jürgen Schäffer (2002) ist zu erkennen, wie sich die Bewurzelungsintensität nach einer Befahrung mit einem Holzvollernter deutlich verringert (vgl. Schäffer 2002).

Eine Untersuchung zwischen 1970 bis 1990 an Douglasien- (*Pseudotsuga menziesii*) und *Pinus ponderosa*-Bestände zeigten, dass je nach Verdichtungsgrad ein Zuwachsverlust von 13 – 69 % festzustellen war. (vgl. Nemestothy 2015: 9 f)

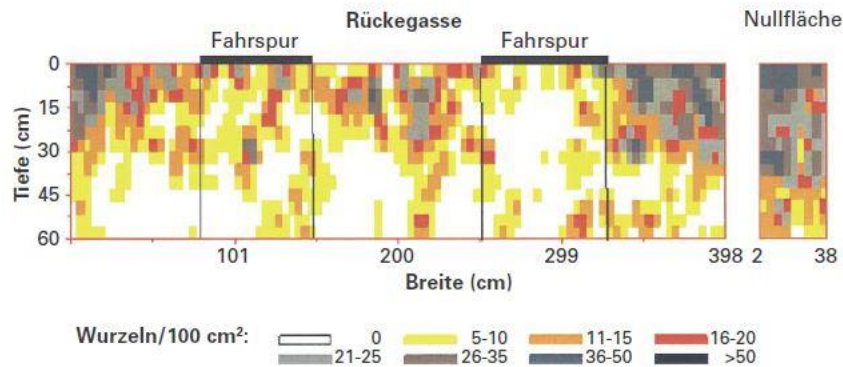


Abb. 24 Rückgang der Bewurzelung im Fahrspuren
(Quelle: Schäffer 2002)

3.4.2 Teilmechanisierte Holzernteverfahren

Bei der teilmechanisierten Holzernte wird die Fällung, die Entastung und Ausformung mittels Motorsäge getätigt. Die Holzurückung wird mit Maschinen vollzogen, wie z.B. Traktor mit Seilwinde, Forwarder oder Seilbahn. Die Rückung mit Traktoranbauwinden und landwirtschaftlichem Schlepper ist eine häufig verwendete Variante in bäuerlichen Betrieben. Durch den Einsatz von Maschinen bei der Rückung wird der Arbeitsprozess effizienter gestaltet. Die Investitionskosten bemessen sich zwischen 50.000 € und 100.000 € und liegt im unteren Drittel der Investitionskosten im Vergleich zu einer vollmechanisierten Holzernte. (vgl. FPP Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier 2006: 48 f)



Abb. 25 Baumfällung mittels Motorsäge
(Quelle: eigene Abbildung)



Abb. 26 Seilwinde mit Traktor
(Quelle: <https://www.tyroremotes.de/wp-content/uploads/2015/11/forstseilwinde-funk.jpg>)

Wie auch schon bei der vollmechanisierten Holzernte führt der Einsatz von schweren Traktoren auf den Forststraßen in den aufzuforstenden Flächen zu einer Bodenverdichtung im Waldboden, wodurch ist eine Minderung des Holzertrags zu

verzeichnen ist. Ein mittelschwerer Forstraktor mit Seilwinde oder Rückezange und angehängten Baumstämmen überträgt über die Bereifung das Gewicht von ca. 6 – 7 Tonnen auf den Waldboden. Bei einem Forstraktor mit sieben Tonnen, der eine Seilwinde angehängt hat, werden auf der Bodenoberfläche 3,6 bar und in einer Tiefe von 20 cm noch immer 3,3 bar erreicht. (vgl. Nemestothy 2015: 9)

3.4.3 Nicht mechanisierte Holzernteverfahren

Die Baumstämme werden mittels einer Motorsäge gefällt und mit einem Sappie (s. Abb. 27) aus der Waldfläche zu der Abholfläche gezogen.



Abb. 27 Sappie

(Quelle: <http://twothirstygardeners.co.uk/2017/03/sappie-efore-cant-hook-grenade-unusual-wood-chopping-tools/>)

Diese Variante der Holzbringung verlangt eine besondere Handfertigkeit und Erfahrung im Umgang mit den Geräten. Die motormanuelle Aufarbeitung mit einer Bodenlieferung ist gekennzeichnet durch hohe Arbeits- und Lohnintensität. Jedoch sind die Investitionskosten für die Handwerkzeuge wie Motorsäge und Sappie niedrig und diese Variante wird besonders bei kaum vorhandener Anschließung und steilen Gebieten angewendet.

Eine weitere nicht mechanisierte Variante der Holzurückung ist die traditionelle Holzurückung mittels Pferd. Bei der Pferderückung werden einige entastete Baumstämme an einem speziellen Pferdeschlitten befestigt und zum Lagerplatz gezogen. Fuhrmann und Pferd müssen aufeinander gut abgestimmt sein, um den Transport der Baumstämme auf den unwegsamen Waldgebieten sicher vollziehen zu

können. Diese Holzurückungsvariante ist eine besonders umweltverträgliche Rückungsalternative, die jedoch ebenfalls eine hohe Lohnintensität aufweist. (vgl. FPP Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier 2006: 40 ff)



Abb. 28 Pferderückung
(Quelle: eigene Abbildung)

3.5 Nachhaltigkeit

Um dauerhaft stabile und intakte Waldökosysteme zu erhalten, die einerseits ihre ökologischen Funktionen und andererseits die ökonomischen Interessen der WaldbesitzerInnen erfüllen sollen, muss eine nachhaltige Bewirtschaftung gefunden werden. In diesem Abschnitt wird das Thema Nachhaltigkeit in der Waldwirtschaft beleuchtet.

3.5.1 Definition

„Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Sinne dieses Bundesgesetzes bedeutet die Pflege und Nutzung der Wälder auf eine Art und in einem Umfang, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsvermögen, Vitalität sowie Potenzial dauerhaft erhalten wird, um derzeit und in Zukunft ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, ohne andere Ökosysteme zu schädigen, zu erfüllen.“ (BGBl. Nr. 440/1975)

3.5.2 Holzgütesiegel

Als Bestätigung einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Waldflächen gibt es zwei namenhafte Gütesiegel, PEFC und FSC. In diesem Abschnitt werden diese näher erklärt.

3.5.2.1 PEFC – Austria

PEFC ist die Abkürzung für „Programme for the Endorsement of Forest Certification“, dieses ist weltweit für die Förderung und Sicherstellung von nachhaltiger Waldbewirtschaftung tätig. Die Institution zertifiziert gesichert nachhaltig bewirtschaftete Waldflächen und Produkte, die aus ökologisch, ökonomisch und sozial nachhaltigen Forstwirtschaften stammen. Die Vergabe des Gütesiegels wird von unabhängigen Zertifizierern vorgenommen. In Österreich sind zwei Drittel der Waldflächen mit dem Gütesiegel PEFC ausgezeichnet. PEFC wurde 1999 in Europa gegründet, Österreich zählte mit zu

den Gründungsstaaten. PEFC ist derzeit in 39 Ländern tätig und agiert inhaltlich nach den Beschlüssen der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro und der Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa in Helsinki 1993. Es gibt sechs wesentliche Kriterien, nach denen die PEFC-Organisation ihre Maßnahmen ausrichtet. (vgl. PEFC Austria 2017a)



PEFC/06-01-01

Abb. 29 Logo PEFC

(Quelle: PEFC AUSTRIA
2017a)

1. *Erhaltung und Verbesserung der Waldressourcen und ihres Beitrages zu den globalen Kohlenstoffkreisläufen*
2. *Erhaltung der Gesundheit und Vitalität von Waldökosystemen.*
3. *Erhaltung und Förderung der Produktionsfunktion der Wälder (Holz- und Nichtholzprodukte).*
4. *Erhaltung, Schutz und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen.*
5. *Erhaltung und angemessene Verbesserung der Schutzfunktion in der Waldbewirtschaftung (insbesondere Boden und Wasser).*
6. *Erhaltung anderer sozioökonomischer Funktionen und Bedingung.* (PEFC Austria 2017b: 2)

3.5.2.2 FSC

FSC ist die Abkürzung für „Forest Stewardship Council“. Die Organisation wurde 1994 gegründet, agiert weltweit und ist international anerkannt. Sie vergibt ein Gütesiegel auf Holz und Papier, das nicht aus Raubbau entstammen, sondern aus sozial- und umweltverträglichen Waldwirtschaften. In solchen Wäldern wird auf die Biodiversität der Pflanzen und Tiere geachtet und es wird auch



Abb. 30 FSC Logo

(Quelle <https://ic.fsc.org/en/for-business/how-to-use-fsc-trademarks>)

Rücksicht auf die sozialen Interessen der Menschen genommen, sodass diese nicht ausgebeutet werden. Das Gütesiegel garantiert zugleich, dass die Qualität hochwertig ist und das Produkt schonend erzeugt wurde. Es werden nicht nur sozial- und umweltfreundliche Waldwirtschaften, sondern mit der Chain of Custody auch der Prozess des Materials von der Rohstoffquelle bis hin zu einem zertifizierten Produkt nachverfolgt, um einen verantwortungsvollen Umgang zu dokumentieren. Die Vergabe des Siegels erfolgt durch unabhängige GutachterInnen. (vgl. Forest Stewardship Council – International 2018b)

Weltweit sind, verteilt auf 85 Ländern, 199.533.293 Hektar zertifiziert. Nordamerika, Kanada, Russland und Schweden sind jene Länder mit den größten FSC- zertifizierten Waldflächen. In Europa sind 49,1 % der Waldflächen FSC-zertifiziert, das entspricht 97.949.533 Hektar. In Österreich sind zwei Waldflächen mit einer Fläche von 587 Hektar zertifiziert.

Weltweit sind, in 122 Ländern, 33.854 Chain of Custody (CoC) Zertifikate vergeben, wobei mehr als 52 % der CoC Zertifikate in Europa vergeben sind. 291 davon befinden sich in Österreich. (vgl. Forest Stewardship Council – International 2018a)

4 Naturschutz

*In der lebendigen Natur geschieht nichts,
was nicht in der Verbindung
mit dem Ganzen steht.*

-JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

Die Wälder, die sich auf der Erde befinden, übernehmen eine Fülle von Funktionen, einige wurden davon schon in den vorhergehenden Kapiteln behandelt. Weitere wichtige Funktionen sind zum Beispiel der Abbau von Kohlendioxid, die Produktion von Sauerstoff oder als Lebensraum für viele unterschiedliche Arten der Pflanzen- und Tierwelt, die zersetzende oder bestäubungsbiologische Aufgaben übernehmen. Dies sind nur einige wenige Vorgänge, die die Tier- und Pflanzenwelt der Wald Ökosysteme tätigen, wodurch sich es auch eine naturschutztechnische Relevanz ergibt.

Hubert Weiger, Vorsitzende des Bundes für Umwelt und Naturschutz in Deutschland, definierte Naturschutz folgendermaßen:

"Naturschutz wird heute als Gesamtheit der Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der natürlichen Lebensgrundlagen (Naturgüter), von Pflanzen und Tiere wildlebender Arten und ihrer Lebensgemeinschaften sowie zur Sicherung von Landschaften und Landschaftsteilen in ihrer Vielfalt und Eigenart definiert" (Wegner 1997: 92).

Die Zielsetzungen und Forderungen des Naturschutzes bezüglich des Ökosystems Wald, werden in diesem Abschnitt näher beleuchtet.

4.1 Gesetzeslage

Der Naturschutz in Österreich fällt in den Kompetenzbereich der Bundesländer, somit hat jedes Bundesland ein eigenes Naturschutzgesetz. Die Naturschutzfachstellen der Landesregierungen haben eine wichtige Aufgabe inne, da die betrauten Abteilungen die obersten Naturschutzbehörden des Bundeslandes sind. Zu den Aufgaben jener Fachstellen zählen Sachverständigentätigkeit, Schutzgebietsausweisung und -betreuung, Tier- und Pflanzenartenschutzverordnungen, Vergabe von Förderungen und Öffentlichkeitsarbeit. Die erste Instanz im Naturschutz stellt die Bezirksverwaltungsbehörde dar. Den Naturschutzbehörden auf Bezirksebene obliegt

die Vergabe von Genehmigungsverfahren bezüglich des Naturschutzes für Eingriffe in die Landschaft und Natur. (vgl. Umweltbundesamt GmbH 2018)

Die Zugehörigkeit in der Europäischen Union verpflichtet ebenfalls, EU-Richtlinien in den Naturschutz umzusetzen. Dazu zählen:

- Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
- Vogelschutzrichtlinie
- Wasserrahmenrichtlinie.

Auch auf internationaler Ebene spielt der Naturschutz eine wichtige Rolle. Österreich hat auch hier einige internationale Abkommen und Konventionen ratifiziert, z.B.:

- Alpenkonvention
- CBD: Biodiversitätskonvention
- CITES: Übereinkommen zum Schutz von durch Handel gefährdeten Tier und Pflanzenarten
- Übereinkommen zum Schutz der Donau
- Weltkultur- und Naturerbe

Die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinien (kurz FFH-Richtlinien) sind in Form von „Natura 2000“ Schutzgebieten in Österreich direkt sichtbar. Daher wird auf diese Naturschutzrichtlinie näher eingegangen.

4.1.1 Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie

Die FFH-Richtlinie hat sich zum Ziel gesetzt, dass die biologische Vielfalt in der Europäischen Union erhalten und wiederhergestellt werden soll. Diese Zielsetzung soll in Form von einem Schutzgebietsnetz „Natura 2000“ erreicht werden. Die Mitglieder der Europäischen Union sind verpflichtet, Areale und Flächen anzugeben, zu erhalten und zu schaffen, in denen Lebensräume und Arten anzutreffen sind, die von europaweiter Schutz-Bedeutung sind.

Die FFH-Richtlinie beinhaltet sechs Anhänge, in denen die Kriterien und Arten der Schutzgebiete festgehalten sind. In den ersten beiden Anhängen wird beschrieben, welche Lebensräume und Tier- und Pflanzenarten von gemeinsamen Interesse sind und für die daher ein Schutzgebiet ausgewiesen werden muss. In Anhang I werden 209 Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse aufgelistet, davon sind 65 Lebensraumtypen in Österreich vertreten. In der Lebensraumgruppe Wald sind 17

Lebensraumtypen angeführt, die in einem Schutzgebiet ausgewiesen werden müssen, um einen Erhalt zu gewährleisten. Im Anhang III werden die Auswahlkriterien jener Schutzgebiete näher erläutert. Anhang IV listet die streng geschützten Tier- und Pflanzenarten auf. Anhang V behandelt jene Tier- und Pflanzenarten, die einen Nutzen für Verwaltungsmaßnahmen sein können. Der letzte Anhang führt verbotene Methoden und Mittel des Fangens, Tötens und der Beförderung an.

In Österreich sind 219 „Natura 2000“-Gebiete genannt, davon sind 204 rechtlich verordnet (Stand Dezember 2017). Diese Flächen entsprechen einer Fläche von 14,5 % der Bundesfläche. (vgl. Umweltbundesamt GmbH 2018)

4.2 Zielsetzungen des Naturschutzgesetzes OÖ als Beispiel für die Gesetzgebung der österreichischen Bundesländer

Im Naturschutzgesetz des Bundeslandes Oberösterreich sind im § 1 neun Zielsetzung definiert.

„Dieses Landesgesetz hat zum Ziel, die heimische Natur und Landschaft in ihren Lebens- oder Erscheinungsformen zu erhalten, sie zu gestalten und zu pflegen und dadurch dem Menschen eine ihm angemessene bestmögliche Lebensgrundlage zu sichern (öffentliches Interesse am Natur- und Landschaftsschutz).

Durch dieses Landesgesetz werden insbesondere geschützt:

- 1. das ungestörte Wirkungsgefüge des Naturhaushaltes (Ablauf natürlicher Entwicklungen);*
- 2. der Artenreichtum der heimischen Pflanzen-, Pilz- und Tierwelt (Artenschutz) sowie deren natürliche Lebensräume und Lebensgrundlagen (Biotopschutz);*
- 3. die Vielfalt, Eigenart, Schönheit und der Erholungswert der Landschaft;*
- 4. Mineralien und Fossilien;*
- 5. Naturhöhlen und deren Besucher.“* (Amt der Oö. Landesregierung 2015: 17 f)

In den weiteren Zielsetzungen ist festgehalten, dass alle Behörden, Gemeinden und jede/r BürgerIn die Bestimmungen des Naturschutzgesetzes Oberösterreichs zu beachten hat. Weiters muss eine Naturraumkartierung durchgeführt werden. In der letzten Zielsetzung des oö. Naturschutzgesetzes wird angeführt, dass die in Artikel 2 der FHH-Richtlinie ausgewiesenen Pflanzen- und Tierarten und Lebensräume zu

überwachen sind. Dabei soll eine prioritäre Rücksicht auf die angeführten Arten und Lebensraumtypen in Anhang I und II genommen werden. (vgl. Amt der Oö. Landesregierung 2015: 19)

4.3 Forderungen an die Forstwirtschaft

Aus Sicht des Naturschutzes ist die Waldwirtschaft notwendig um den wichtigen nachwachsenden einheimischen Rohstoff Holz bereitzustellen. Zusätzlich werden durch die Bewirtschaftung Arbeitsplätze in verschiedensten Branchen gesichert. Zugleich ist der Wald, wie auch schon in den oberen Abschnitten angeführt, eine wichtige Grundlage unseres Lebens. Daher ist es umso wichtiger, dass Wälder den Anforderungen und Zielsetzung nicht nur in kleinflächigen Arealen, sondern flächendeckend entsprechen. Es ist naheliegend, dass es ein schwieriges Unterfangen darstellt die verschiedenen Zielsetzungen, die die Forstbetreiber verfolgen, und jene Zielsetzungen und Forderungen des Naturschutzes in Einklang zu bringen. (vgl. Wegner 1997: 89)

Hubert Weiger, formulierte 1997 Forderungen an die Forstwirtschaft aus Sicht des Naturschutzes, die im Folgenden nun angeführt werden.

- Wälder sollen, von der Altersklassenwaldbewirtschaftung zu einer Dauerwaldform umgebaut werden um die Funktionen des Waldes zu sichern.
- Es sollen durch standortheimische Baumarten und Mischung standortspezifische Waldökosysteme geschaffen und erhalten werden. Zusätzlich sollen möglichst reife Wälder und deren Zerfallsphasen gefördert werden.
- Es sollen gänzlich auf den Einsatz von Düngern und Bioziden verzichtet werden.
- Es soll die Dynamik des Ökosystems Wald, typische Kleinstrukturen und seltene und gefährdete Waldtypen gesichert werden. Dies kann gewährleistet werden durch das Ausweisen von Prozessschutzwäldern mit einer Mindestfläche von 100 ha in den jeweiligen Wuchsgebieten.
- Der Kahlschlag als Ernteform soll verboten sein und das Kriterium der Entnahme des Holzes soll die Produktreife des Baumes sein. Vielfalt, Seltenheit, Gefährdung und Naturnähe sind die Kriterien der Waldbehandlung.

- Um eine Waldvegetation zu erhalten, die ohne Schutzmaßnahmen wachsen kann, muss die Schalenwildbestände auf die Tragfähigkeit der Waldvegetation angepasst werden. Daher soll die Waldvegetation als Grundlage für die Abschussplanung herangezogen werden. (vgl. Wegner 1997: 91)

Peter Hirschberger führte ebenfalls eine ähnliche Forderung gegenüber der Forstwirtschaft in einer WWF Studie von 2006 an.

„Für die Forstwirtschaft bedeutet dies, neben einem segregativen Naturschutz durch Ausweisung von Schutzgebieten die Belange des Naturschutzes und der Biodiversität auch in die Waldbewirtschaftung zu integrieren und verstärkt in die forstliche Planung und Umsetzung einzubeziehen“ (Hirschberger 2006: 27).

4.4 Praxisbeispiele

Die im vorigen Abschnitt angeführte wichtige Verbindung des Naturschutzes mit der Forstwirtschaft findet in einigen Betrieben und Vereinen bereits statt. Einige dieser werden in folgenden Abschnitt näher beschrieben.

4.4.1 Pro Silva Austria

Pro Silva ist seit 2000 als Verein in Österreich tätig und hat 420 Mitglieder. Er gehört zum Dachverein Pro Silva Europa, der 1989 gegründet wurde.

Die Grundsätze, die dieser Verein vertritt, sind folgende:

- Verbesserung der Waldsubstanz
- Erhaltung der Gesundheit und Vitalität der Waldflächen
- Stärkung der Wirtschaftsleistung
- Erhaltung der biologischen Vielfalt von Waldökosystemen
- Erhaltung von Schutz und Wohlfahrtswirkungen
- Wirtschaftliche und soziale Rahmenbedingungen für nachhaltige Waldbewirtschaftung

Pro Silva leistet Betrieben bei der Einführung bzw. Vervollkommnung einer naturnahen Waldbewirtschaftung Hilfestellungen. Diese stellen sie in Form von Exkursionen und Tagungen in Beispielbetrieben, Weiterentwicklung von exemplarischen Waldbetrieben

und Zusammenarbeit mit Lehre, Forschung und Partnern bereit. (vgl. ProSilvaAustria 2018)

4.4.2 Forstbetrieb Stift Schlägl

Das Stift der Prämonstratenser Chorherren im Norden Oberösterreichs verwaltet rund 6 500 ha Wald. Seit Mitte der 60er Jahre werden die Wälder des Stiftes Schlägl zu einer konsequenten Zielstärkennutzung übergeführt, die langfristig in eine Plenterwaldbewirtschaftung übergehen soll. (vgl. Stift Schlägl 2018)

„Das Charakteristikum für die Nachhaltigkeit ist der Einzelbestand und nicht mehr die ganze Betriebsklasse. Die Eingriffe, die im Gleichgewicht mit dem Zuwachs erfolgen, sind Ernte und Pflege zugleich.“ (Stift Schlägl 2018)

Der Forstbetrieb im Stift Schlägl gilt als Paradebeispiel für naturnahe Waldbewirtschaftung und ist ein Beispielbetrieb des Vereins Pro Silva Austria.

4.4.3 Rothwald – Wildnisgebiet Dürrenstein

Das Wildnisgebiet Dürrenstein in Niederösterreich wurde 2003 als erstes Wildnisgebiet der Kategorie I der IUCN - Weltnaturschutzorganisation anerkannt. Ein Jahr zuvor wurde dieses Gebiet, durch die Zusammenarbeit des Landes NÖ, den Bundesforsten, der Forstverwaltung Langau und EU Förderungen im Rahmen eines LIFE – Projektes. zu dem Wildnisgebiet Dürrenstein ernannt. Das Wildnisgebiet umfasst eine Fläche von 3 500 ha. Der Name Rothwald ist auf den Begründer des Schutzgebiets zurückzuführen – Albert Rothschild, der bereits 1875 große Teile des Waldbestandes schuf.

Auf der Fläche von 3.500 ha wird auf der Waldfläche kein bestimmter definierter Zustand erhalten, sondern ihren natürlichen Prozessen überlassen, weitestgehend ohne Eingriffe des Menschen. (vgl. Schutzgebietverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein 2018a)

„Das Ziel der Wildnisgebietsverwaltung ist es daher:

- *ökologische Vorgänge bewusst zu machen*
- *globale Zusammenhänge zu erläutern*
- *ein Umdenken herbeizuführen*

- *und damit drohende Gefahren für unsere einzige „Mutter Erde“ durch ökologische Zusammenbrüche zu verhindern“* (Schutzgebietverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein 2018b)

5 Didaktische Konzepte

*Sage es mir und ich vergesse es,
zeige es mir und ich erinnere mich,
lass es mich tun und ich behalte es.*

-KONFUZIUS

Die fachlichen Inhalte über das Ökosystem Wald, Naturschutz und Forstwirtschaft, die bisher behandelt wurden, werden im Folgenden für die Verwendung im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde aufgearbeitet.

5.1 Rechtliche Grundlagen

Vor der Erarbeitung des didaktischen Konzeptes und der Unterlagen wird der Lehrplan der Allgemeinbildenden höheren Schulen (kurz AHS) und der Neuen Mittelschule (kurz NMS) gesichtet. Diese Herangehensweise ist laut dem Schulunterrichtsgesetz (kurz SchUG) festgelegt.

„(...) entsprechend dem Lehrplan der betreffenden Schulart hat die Lehrperson (Anm. der Verfasserin) unter Berücksichtigung der Entwicklung der Schüler und der äußeren Gegebenheiten den Lehrstoff des Unterrichtsgegenstandes dem Stand der Wissenschaft entsprechend zu vermitteln, (...) den Unterricht anschaulich und gegenwartsbezogen zu gestalten, die Schüler zur Selbsttätigkeit und zur Mitarbeit in der Gemeinschaft anzuleiten, jeden Schüler nach Möglichkeit zu den seinen Anlagen entsprechenden besten Leistungen zu führen, durch geeignete Methoden und durch zweckmäßigen Einsatz von Unterrichtsmitteln den Ertrag des Unterrichtes als Grundlage weiterer Bildung zu sichern und durch entsprechende Übungen zu festigen.“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 1986: § 17(1))

5.1.1 Lehrplanbezug

Die Lehrpläne der AHS Unterstufe sind in jedem Unterrichtsfach gleich aufgebaut und behandeln vorweg Allgemeine Bildungs- und Lehraufgaben, welche die jeweiligen

Unterrichtsfächer zu erreichen haben. Ein weiterer Abschnitt der Lehrpläne stellen die didaktischen Grundsätze dar. Anschließend wird der Lehrstoff für jedes Jahr angeführt. Die unterrichtsfachspezifischen Lehrpläne der Allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) sind ident mit jenen Lehrplänen der Neuen Mittelschule (NMS) (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018c). Wird in den nun anschließenden Abschnitten der Diplomarbeit Bezug genommen auf den Lehrplan der AHS Unterstufe bzw. daraus zitiert so gilt dies auch für den Biologie und Umweltkunde Unterricht in NMS Klassen. Daraus ist zu schließen, dass das erstellte Unterrichtskonzept in der AHS Unterstufe und in NMS Klassen eingesetzt werden kann.

Im Folgenden werden gezielt jene Bildungs- und Lehraufgaben, Grundsätze und Inhalte angeführt, die mit dem Unterrichtskonzept Wald vermittelt und erreicht werden.

5.1.1.1 Bildungs- und Lehraufgabe

Das geplante Unterrichtskonzept zum Themenkreis Wald wird dahingehend konzipiert, dass folgende Ziele realisiert werden:

- *„SchülerInnen sollen zentrale biologische Erkenntnisse gewinnen, Prinzipien, Zusammenhänge, Kreisläufe und Abhängigkeiten sehen lernen (...).*
- *SchülerInnen sollen die Abhängigkeit der Menschen von Natur und Umwelt begreifen und Wissen, Fähigkeiten/Fertigkeiten erwerben, die sie für einen umweltbewussten, nachhaltigen Umgang mit unseren Lebensgrundlagen motivieren und befähigen (ökologische Handlungskompetenz).*
- *SchülerInnen sollen ein biologisches „Grundverständnis“ erwerben, welches sie bei ihrer zukünftigen Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungen unterstützen kann. Werte und Normen, Fragen der Verantwortung bei der Anwendung naturwissenschaftlicher bzw. biologischer Erkenntnisse sollen thematisiert werden.*
- *SchülerInnen sollen positive Emotionen für Natur und Umwelt entwickeln.*
- *Personale und soziale Kompetenzen wie Kommunikationsfähigkeit, Kooperation, Konflikt- und Teamfähigkeit, emotionale Intelligenz sollen erworben bzw. gefördert werden.“* (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018b: 1)

Das Unterrichtskonzept Wald leistet einen Beitrag zum Bildungsbereich gemäß dem Lehrplan „Mensch und Gesellschaft“, „Natur und Technik“, „Sprache und Kommunikation“ und ebenfalls „Gesundheit und Bewegung“. (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018b: 1)

5.1.1.2 Didaktische Grundsätze

Der Lehrplan der AHS Unterstufe im Unterrichtsfach Biologie und Umweltkunde sieht vor, dass LehrerInnen SchülerInnen motivieren selbständig zu arbeiten. Zusätzlich sollen SchülerInnen zur Problemlösefähigkeit, unter Verwendung verschiedenen Arbeitstechniken in den Unterrichtseinheiten, angeregt werden. Solche Arbeitstechniken sind z.B. Beobachten, Vergleichen, Ordnen, Arbeit mit geeigneten Hilfsmitteln wie Lupe, Darstellen von Informationen etc.

Ein weiterer didaktischer Grundsatz, der mit dem Biologie- und Umweltkundeunterricht gefördert werden soll, ist das fächerübergreifende und projektorientierte Arbeiten. Durch Exkursionen, Arbeiten im Freiland oder pflegendem Umgang mit Tieren und Pflanzen sollen Naturbegegnung angestrebt werden. Im Lehrplan des Faches Biologie und Umweltkunde der AHS Unterstufe werden drei Themenbereiche festgelegt. Für das Unterrichtskonzept Wald sind die Themenbereiche „Tiere und Pflanzen“ und „Ökologie und Umwelt“ relevant. Der Themenbereich „Tiere und Pflanzen“ hält fest, dass heimischen Arten bzw. jeweils Ökosystemtypische Arten den Vorzug zu geben sind. Zusätzlich sollen SchülerInnen einen Einblick in die Vielfalt der Organismen vermittelt bekommen.

Im Themenbereich „Ökologie und Umwelt“ sollen SchülerInnen vor allem Organismen und ihr Zusammenwirken kennenlernen. Sie sollen eine Einsicht in Umweltprobleme und Schutzmaßnahmen erhalten. Weiters sollen die SchülerInnen eine Basis für umweltfreundliches Handeln und Verhalten erlernen. In diesem Zusammenhang sollen Naturbegegnungen ermöglicht werden. (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018b: 1 f)

5.1.1.3 Lehrstoff

Der Bereich des Lehrstoffes im Lehrplan behandelt genauer die Inhalte, die die Lehrperson in den einzelnen Schulstufen zu vermitteln hat.

Sowohl in der 1. Klasse als auch in der 2. Klasse Unterstufe AHS finden sich Inhalte zum Themengebiet Wald.

Im Lehrstoff der 1. Klasse im Unterkapitel Ökologie und Umwelt ist notiert:

„Anhand von Vertretern der Wirbeltiere und/oder des Ökosystems Wald sind ökologische Grundbegriffe (biologisches Gleichgewicht, Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische) zu erarbeiten. Positive wie negative Folgen menschlichen Wirkens sollen thematisiert und hinterfragt werden. Umweltprobleme, deren Ursachen und Lösungsvorschläge sind zu bearbeiten. Umwelt-, Natur- und Biotopschutz sollen an konkreten Beispielen demonstriert werden.“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018b: 3)

Im Lehrstoff der 2. Klasse finden sich in allen drei Unterkapiteln Themen und Vertiefungen aus der 1. Klasse des Ökosystems Wald wieder.

„Mensch und Gesundheit:

Anhand der Bereiche Mikroorganismen und Ökosystem Wald sind die positiven und negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit in physischer und psychischer Hinsicht zu behandeln. (...)

Ökologie und Umwelt:

Anhand der Ökosysteme Wald und heimisches Gewässer sind ökologische Grundbegriffe (biologisches Gleichgewicht, Nahrungsbeziehungen, ökologische Nische, Produzent - Konsument - Destruent) zu erarbeiten und zu vertiefen.“ (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018b: 3)

Aufgrund der Inhalte des Lehrplans wird das geplante Unterrichtskonzept Wald in der 2. Klasse Unterstufe AHS bzw. 2. Klasse NMS angesiedelt. Die angeführten Inhalte in der 1. Klasse Unterstufe dienen als Grundlagenwissen, die in der 2. Klasse in Form des Konzeptes der interdisziplinären Waldexkursion vertieft, gefestigt und gesichert werden.

5.2 Didaktischer Hintergrund

Die Fachdidaktik des Unterrichtsfaches Biologie und Umweltkunde befasst sich mit dem Lehren und Lernen der Biologie. Dabei ist die Fachdidaktik sowohl Bestandteil der Wissenschaft Biologie und nimmt ebenso eine kritische Betrachtungsweise gegenüber dieser ein. (vgl. AECC-BIO 2018)

„Fachinhalte werden in Vermittlungsabsicht kritisch auf ihren allgemein bildenden Wert, auf ihre Entstehungs- und Verwertungszusammenhänge und im Hinblick auf ihre lebensweltlichen Verstehensmöglichkeiten untersucht“ (AECC-BIO 2018).

In der Literatur der Fachdidaktik Biologie sind folgende Aspekte zu den verwendeten Methoden angeführt.

5.2.1 Außerschulischer Standort

Die Vermittlung von Inhalten an einem außerschulischen Standort wird in der didaktischen Literatur wie folgt beschrieben und bewertet.

„Unabhängig von stofflichen Lernzielen soll jeder Unterricht im Freien dazu dienen, zum aufmerksamen Beobachten der Lebewesen anzuleiten. Es geht darum, alle Sinne zu betätigen, Naturerlebnisse zu vermitteln und damit die Schüler in eine emotionale Beziehung zur lebendigen Umwelt zu bringen. In allen Stufen ist ferner das ästhetische Empfinden anzusprechen. Das Interesse und die Freude an der Natur sind zu wecken und zu fördern (affektive Lernziele). Damit soll auch eine positive Haltung zu Natur- und Umweltschutz angebahnt bzw. weiterentwickelt werden“. (Killermann 1986: 227)

„In der Erkundung geht es nicht nur um Wissenserwerb, sondern immer auch um das soziale Klima im Klassenverband und um die Selbsterfahrung im Umgang mit neuen Situationen.“ (Meyer 1987: 327)

"Die Chance, man könnte auch sagen: das didaktische Versprechen des außerschulischen Lernortes ist, dass die alltägliche Routine unterbrochen wird und damit den SchülerInnen neue Horizonte eröffnet werden. Ihnen erschließen sich neue Erfahrungsräume oder bekannte Erfahrungsräume werden auf neuem Wege erschlossen". (Budde, Hummrich 2016: 37)

Sowohl Killermann im Buch „Biologie Unterricht heute“ als auch Meyer in dem Buch „Unterrichts-Methoden“ und Budde und Hummrich in ihrem Text über außerschulische Lernorte führen klar die positiven Aspekte des außerschulischen Lernortes an.

Den positiven Feststellungen in der fachdidaktischen Literatur sind kritische Aspekte gegenüber zu stellen wie jener, den Erhorn und Schwier in „Pädagogik außerschulischen Lernorte“ festhalten:

"Ohne eine unterrichtliche Vorbereitungsphase und eine reflektierende Nachbereitung des dort Gelernten kommt der pädagogische Wert außerschulischer Lernorte jedenfalls kaum zum Tragen und es besteht die Gefahr, dass es nicht zu einer notwendigen Einordnung der dort gemachten Erlebnisse und Erfahrungen in den bisherigen Wissenstand der SchülerInnen kommt" (Erhorn, Schwier 2016: 8).

5.2.2 Interdisziplinäre Vermittlung

Die interdisziplinäre Herangehensweise ist ein weiteres Vermittlungsinteresse, welches das Unterrichtskonzept beinhaltet. In der didaktischen Fachliteratur ist dazu ebenfalls einiges zu finden:

"die klare Trennung von Theorie und Praxis, Erkennen und Handeln, schulischer Ausbildung und lebensnaher Qualifikation sind zu einer Einheit zu verschweißen. Das auf viele Fächer verteilte Einzelwissen, das meist fern von jedem Bezug zur gesellschaftlichen und lebensweltlichen Realität erworben wird, soll in eine ganzheitliche Problemsicht übergeführt werden, um klar zu legen, warum es Sinn macht etwas zu lernen". (Vielhaber 2003: 2)

"Im Biologieunterricht wird neben der Vermittlung von Fachwissen auch vernetztes und systemisches Denken und die 'die Fähigkeit zu einer bewussten reflektierten, kritisch hinterfragten und argumentativ fundierten Urteilmöglichkeit' gefördert". (Tramowsky et al. 2016: 173)

Im Beitrag „Das Planspiel ‚Food Control‘: Ein Beitrag zur Entwicklung systemischer Kompetenz“ führte der Autor Pfligersdorffer Georg Wahrnehmungseigenschaften des

Menschen an. Es wird vom Verfasser vermerkt, dass der Mensch dazu neigt Vernetzungen und komplexe Themen und Gegebenheiten vereinfacht wahrzunehmen. Es werden Fernwirkungen und Vernetzungen ausgeblendet und somit ein inadäquates vereinfachtes Modell der Wirklichkeit gebildet. (vgl. Pfligersdorffer 2010: 26)

Aufgrund der vereinfachten Wahrnehmung des Menschen, die Pfligersdorffer im oben genannten Beitrag vermerkte, ist es von großer Notwendigkeit SchülerInnen im Rahmen von Unterrichtskonzepten an komplexe und vernetzte Themengebiete heranzuführen und sie zu lehren diese wahrzunehmen, zu beschreiben, analysieren und erläutern.

5.3 Unterrichtskonzept

Der folgende Abschnitt erläutert das Unterrichtskonzept, das zum Themenkreis „Ökosystem Wald“ erarbeitet wurde. Diesem Bereich der Arbeit beinhaltet detailliert formulierte Lehr- und Lernziele, die das Unterrichtsmodell verfolgt, ein Ablaufschema der Einheiten mit genauem Planungsraster und deren Unterrichtsmaterialien.

5.3.1 Lehr- und Lernziele

Seit dem Jahr 2004 sind im österreichischen Bildungswesen Bildungsstandards in verankert. Diese Standards sollen als Bildungsnachweis der SchülerInnen dienen, welche sie nach dem abschließen der Schule erworben haben. Die Bildungsstandards beschreiben allgemeinbildende, berufsbezogene wie auch soziale und personale Kernkompetenzen. (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2018a)

„Im Sinne einer Kompetenzorientierung, die auf Wissen, Können und Handlungsbereitschaft abzielt, sollen Schülerinnen und Schüler befähigt werden, ihre persönliche Entwicklung und Lebensführung, den Umgang mit anderen innerhalb und außerhalb der Schule und auch mit Umwelt, Natur und Technik zu erproben und zu gestalten“ (Weiglhofer 2013a: 1).

Diese Kompetenzen, die SchülerInnen durch solch einen Unterricht erlernen und erproben sollen, werden in den Lehr - und Lernzielen festgehalten. Durch gezielte

Verwendung von Verben (wie z.B.: erstellen, kennzeichnen, reflektieren, bewerten usw.) werden die Fertigkeiten und Kompetenzen genau definiert. Jene Verben werden auch Operatoren bezeichnet. (vgl. Weiglhofer 2013a: 2)

Aufgrund der Verankerung der Kompetenzorientierung im Schulwesen beschäftigten sich viele FachdidaktikerInnen und AutorenInnen mit dem Thema der Operatoren. Beispielhaft seien hier Hubert Weiglhofer, Fachdidaktiker für Biologie und Umweltkunde an der Universität Salzburg, und Christian Sitte, Fachdidaktiker für Geographie und Wirtschaftskunde an der Universität Wien, genannt.

Weiglhofer erarbeitete eine Liste von Operatoren mit deren Definition (vgl. Weiglhofer 2013b). Sitte verfasste eine Liste von Operatoren für das Erstellen von Maturafragen. Die Operatoren werden in drei Anforderungsbereiche kategorisiert. Der erste Anforderungsbereich (AB) ist „Reproduktion“, der zweite „Reorganisation und Transfer“ und der dritte Anforderungsbereich lautet „Reflexion und Problemlösung“. (vgl. Sitte 2011)

Beide Auflistungen von Operatoren wurden herangezogen für die Formulierung der folgenden Lehr – und Lernziele.

5.3.1.1 Lehr - und Lernziele des Unterrichtskonzepts

- SchülerInnen können die Begriffe „Ökosystem“, „Forst“, „Dauerwald“ und „Monokultur“ *beschreiben* und *erklären*. (AB I & II)
- SchülerInnen können sich angemessen im Wald verhalten und wissen auch die Gründe dafür. (AB II)
- SchülerInnen können die beiden Bewirtschaftungsformen „Schlagweiser Hochwald“ und „Dauerwald“ *beschreiben* und *beurteilen*. (AB I & III)
- SchülerInnen kennen unterschiedliche Ernteverfahren der Forstwirtschaft und können *Schlussfolgerungen* ziehen und diese *bewerten*. (AB II)
- SchülerInnen können die Bedeutung des Ökosystems Wald für die Umwelt und den Menschen *wiedergeben*. (AB I)
- SchülerInnen können heimische Arten des Ökosystems Wald *benennen*. (AB I)
- SchülerInnen können Unterschiede zwischen Monokultur und Mischwald *wiedergeben* und Vor- und Nachteile der jeweiligen Form *formulieren* und *gegenüberstellen*. (AB I & II)
- SchülerInnen *nehmen* die verschiedenen Interessensgruppen und ihre Forderungen am Ökosystem Wald und an die Gesellschaft *wahr*. (AB I)
- SchülerInnen können den Schichtaufbau des Waldes *erklären* und vor Ort *lokalisieren*. (AB I & II)
- SchülerInnen können unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte eine *Werthaltung einnehmen*. (AB III)
- SchülerInnen können über eine vorgegebene Problemstellung mit Themenschwerpunkt Wald *diskutieren*. (AB III)
- SchülerInnen können unterschiedliche Maßnahmen und Projekte des Naturschutzes im Ökosystem Wald *benennen*. (AB I)
- SchülerInnen können selbstständig die zur Verfügung gestellten Informationen in einem Kompendium *zusammenfügen*. (AB I)
- SchülerInnen können Elemente von Nachhaltigkeit im Bezug Wald *zusammenfassen* und *kennen* Projekte dazu. (AB I)
- SchülerInnen können die Funktionen des Waldes laut Forstgesetz *wiedergeben*. (AB I)
- SchülerInnen können die klimatische Auswirkung des Waldes und die CO₂-Speicherung *beschreiben*. (AB I)
- SchülerInnen können Folgen der Klimaerwärmung für den Wald *nennen*. (AB I)

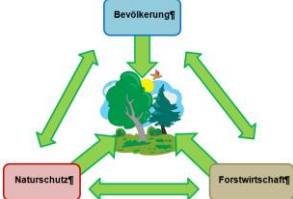
- SchülerInnen können Objekte und Sachverhalte *beschreiben* ohne diese zu bewerten. (AB I)
- SchülerInnen können den Begriff „Nahrungsnetz“ *erklären* und anhand eines Beispiels Tiere in diesem *einordnen*. (AB II)
- SchülerInnen können einfach Grafiken *lesen* und Inhalte *herausarbeiten*. (AB I)
- SchülerInnen *wissen* die momentane Waldsituation und ihre Veränderungen auf der Welt, im Speziellen in Österreich und können diese *wiedergeben*. (AB I)
- SchülerInnen können, ungeachtet ihrer eigenen Meinung, Interessensangelegenheiten aus der „Vogelperspektive“ analysieren, und somit den *Standpunkt wechseln*. (AB III)
- SchülerInnen können eine *wertschätzende Haltung gegenüber Anderen einnehmen*. (AB III)
- SchülerInnen können das erlebte Rollenspiel *beschreiben* und *reflektieren*. (AB I & III)

5.3.2 Planungsraster

Dieser Abschnitt beinhaltet den Planungsraster. Der Raster beschreibt die SchülerIn-LehrerIn-Aktivitäten, Sozialformen, einzusetzende Medien und Materialien. Weiters werden die SchülerIn – LehrerIn-Aktivitäten mit Lehr – und Lernzielen verknüpft und dadurch begründet, weswegen jene Aktivität mit jenen Materialien, Sozialform oder Medium durchgeführt wird.

Am Beginn stehen die beiden Stunden, die im Klassenraum abgehalten werden. Diese sollen die SchülerInnen auf die folgende ganztägige Exkursion in den Wald vorbereiten.

5.3.2.1 Indoor Modul

St.	Zeit	SchülerIn-LehrerIn-Aktivität	Sozial form	Medien	Material u. Ergebnissichern	Lehr- und Lernziel, Vermittlungsinteresse
1.St.	5'	Begrüßung der SI Vorstellen, Ablauf besprechen	LSG			
	10'	Einstieg in Thema: Zapfenmikrophon Name, Was verbinde ich mit Wald Was will ich wissen	LSG		Zapfen Klebeband Namensschild	
	15'	Geräuschkulisse Was hört ihr? Welche Bedeutung hat Wald für uns?! Bedeutung des Ökosystems, Ö Waldfläche,	EA, BS	Tonauf- nahme Tafel	Waldlexikon	SI können die Begriffe „Ökosystem“, „Forst“, „Dauerwald“ und „Monokultur“ <i>beschreiben</i> und <i>erklären</i> . (AB I & II) SI können die Bedeutung des Ökosystems Wald für die Umwelt und den Menschen wiedergeben. (AB I)
	15'	Der Wald und seine Funktionen 4 Funktionen laut Forstgesetz,	Spiel	Karten		SI können die Funktionen des Waldes laut Forstgesetz <i>wiedergeben</i> . (AB I)
	10'	Fachinput Waldentwicklung, Temperaturerhöhung, Nachhaltigkeit, Naturschutz	LSG		Waldlexikon	SI können die klimatischen Auswirkungen des Waldes und die CO ₂ Speicherung <i>beschreiben</i> . (AB I) SI können Folgen der Temperaturerhöhung für den Wald <i>nennen</i> . (AB I)
	10'	Interessensdreieck Erstellen 	BS, LSG		Waldlexikon	SI <i>nehmen</i> die verschiedenen Interessensgruppen und ihre Forderungen am Ökosystem Wald und an die Gesellschaft <i>wahr</i> . (AB I)
LSG – LehrerIn SchülerIn-Gespräch, GA – Gruppenarbeit, BS – Brainstorming, EA – Einzelarbeit, AB I, II, III – Anforderungsbereich nach Sitte						

St.	Zeit	SchülerIn-LehrerIn-Aktivität	Sozial form	Medien	Material u. Ergebnissichern	Lehr- und Lernziel, Vermittlungsinteresse
2.St.	20'	Tastkiste, Ratebox Kleingruppen, Plenum Was ist das?! Wie heißt es?	BS, LSG		Waldlexikon Tastkiste/n	SI können heimische Arten des Ökosystems Wald <i>benennen</i> . (AB I)
	15'	Bewirtschaftung & Ernteverfahren Formen vorstellen <ul style="list-style-type: none"> • Schlagweiser Hochwald • Dauerwald Wie wird Holz geerntet? <ul style="list-style-type: none"> • Vollmechanisiert • Teilmechanisiert • Nicht Mechanisiert Ev. YouTube Video AUCH während Exkursion möglich!	BS, LSG		Waldlexikon	SI können die beiden Bewirtschaftungsformen „Schlagweiser Hochwald“ und „Dauerwald“ <i>beurteilen</i> . (AB III) SI kennen unterschiedliche Ernteverfahren der Forstwirtschaft und können <i>Schlussfolgerungen</i> ziehen und diese <i>bewerten</i> . (AB II) SI können Unterschiede zwischen Monokultur und Mischwald <i>wiedergeben</i> und Vor- und Nachteile der jeweiligen Form <i>formulieren</i> und <i>gegenüberstellen</i> . (AB I & II)
		Waldlexikon Kleines Kompendium für den Feldgebrauch mit SI erstellen, vervollständigen				SI können selbstständig, die zur Verfügung gestellten Informationen, <i>zusammenfügen</i> in einem Kompendium. (AB I)
	5'	Besprechung für Exkursionstag Rucksack, Jause, festes Schuhwerk, Regenbekleidung,	LSG		Merkblatt, Elternblatt	
		Verabschiedung				
LSG – LehrerIn SchülerIn-Gespräch, GA – Gruppenarbeit, BS – Brainstorming, EA – Einzelarbeit, AB I, II, III – Anforderungsbereich nach Sitte						

5.3.2.2 Outdoor Modul

St.	Zeit	SchülerIn-LehrerIn-Aktivität	Sozial form	Medien	Material u. Ergebnissichern	Lehr- und Lernziel, Vermittlungsinteresse
Vormittag	5'	Begrüßen, Anwesenheit Aufklärung über Gefahren				
	???	Wanderung hin zum Waldstück !Vorher abklären ob betreten erlaubt und sicher! Und wie lange Wegstrecke ist (nicht länger als 30')				
	5'	Verhalten im Wald: Wie verhalte ich mich angemessen im Wald und wieso?!	LSG			SI können sich angemessen im Wald <i>verhalten</i> und wissen auch den Grund dafür. (AB II)
	10'	Zapfenmikrophon Ev. Namen nochmals, Erwartungen	LSG		Zapfen	
	30'	Blinde Karawane Experiment, wie nehme ich Wald wahr Tasten, Riechen - Forschungseintrag	EA		Augenbinden Forschertagebuch/ Waldlexikon	
	120'	Forschungsaktivität Gruppen von 4-5 SI, 2 unterschiedliche Standorte untersuchen, beschreiben, Präsentation der Forschungsaktivität im Plenum	GA		Forschertagebuch/ Waldlexikon	SI können Objekte und Sachverhalte <i>beschreiben</i> ohne diese zu bewerten. (AB I) SI können den Schichtaufbau des Waldes <i>lokalisieren</i> vor Ort. (AB I)
	15'	Fachinput Momentane Waldsituation und Naturschutzprojekte erklären, vor Ort	LSG		Waldlexikon	SI können untersch. Maßnahmen und Projekte des Naturschutzes <i>benennen</i> . (AB I) SI können Nachhaltigkeit zusammenfassen und <i>kennen</i> Projekte dazu. (AB I)
LSG – LehrerIn SchülerIn-Gespräch, GA – Gruppenarbeit, EA – Einzelarbeit, AB I,II,III – Anforderungsbereich nach Sitte						

St.	Zeit	SchülerIn-Lehrerin-Aktivität	Sozialform	Medien	Material u. Ergebnissichern	Lehr- und Lernziel, Vermittlungsinteresse
Vormittag	15'	Welches Tier bin ich? Erraten mit JA/NEIN Antworten	Spiel		Klebezettel	
	20'	Durchforstungsspiel SI unter Baum, sind Samen,	GA		Waldgeschichte Waldlexikon	SI können den Schichtaufbau des Waldes <i>erklären</i> . (AB II)
	30'	Total vernetzt – Nahrungsnetz Rollenkarte ziehen – mit Schnur Verbindung darstellen			Schnur Waldlexikon	SI können den Begriff „Nahrungsnetz“ <i>erklären</i> und anhand eines Beispiels Tiere in diesem <i>einordnen</i> . (AB II)
	5' - 15'	Mein Lieblingsplatz			Waldlexikon	Erholungsfunktion
Mittag	Große PAUSE 30 min (kleiner 5' – 10' Pausen sollen intuitiv gemacht werden, entsprechend der Aufmerksamkeit der SI)					
	Spiel	Reserveaktivitäten zur Aktivierung, Beruhigung, Motivierung, Auflockerung				

St.	Zeit	SchülerIn-Lehrerin-Aktivität	Sozial form	Medien	Material u. Ergebnissichern	Lehr- und Lernziel, Vermittlungsinteresse
Nachmittag	20'	ROLLENSPIEL Interessensdreieck nochmals auflegen Konfliktsituation darlegen Ablauf, Regeln, Diskussionsregeln besprechen Rollengruppen bilden/ziehen			Waldlexikon	
	30'	VORBEREITUNG <ul style="list-style-type: none"> • Argumente finden • Vorbereiten • Rollen einüben -Diskussionspodium aufbauen				SI können unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte eine <i>Werthaltung einnehmen</i> . (AB III) SI können, ungeachtet ihrer eigenen Meinung, Interessensangelegenheiten aus der „Vogelperspektive“ analysieren, und somit den <i>Standpunkt wechseln</i> .
	60'	ERSTE DURCHGANG <ul style="list-style-type: none"> • Rollen tragen ihre Meinung vor • Diskussion • Jeder Abschluss Plädoyer ABSTIMMUNG <ul style="list-style-type: none"> • Mehrheitsentscheid 				SI können über eine vorgegebene Problemstellung mit Themenschwerpunkt Wald <i>diskutieren</i> . (AB III) SI können eine <i>wertschätzende Haltung gegenüber anderen einnehmen</i> .
		NACHBESPRECHUNG	LSG			SI können das erlebte Rollenspiel <i>beschreiben</i> und <i>reflektieren</i> .
	5'	„Rollen ausschütteln“				
	10'	Offene Fragen	LSG			
	10'	Abschluss FeedBack Runde	LSG			
LSG – LehrerIn SchülerIn-Gespräch, GA – Gruppenarbeit, EA – Einzelarbeit, AB I,II,III – Anforderungsbereich nach Sitte						

5.3.3 Erklärung der Unterrichtssequenzen

Dieser Abschnitt erläutert die Unterrichtssequenzen des Planungsrasters genauer.

5.3.3.1 Zapfenmikrophon

Zur Begrüßung und zum Kennenlernen der Klasse wird ein Kreis im Klassenraum bzw. bei der Exkursion im Wald gebildet und ein Zapfen oder Holzstück durchgegeben. Der Zapfen gilt als Mikrophon und jede/r stellt sich mit seinem Namen vor, sagt der Gruppe seinen Erwartungen bzw. Wünsche an die Waldeinheiten und ein Erlebnis die er/sie gemacht hat im Wald.

5.3.3.2 Geräuschkulisse

Grundgedanke

Der Sehsinn ist für uns Menschen ein sehr wichtiger und wir nehmen durch unsere Augen viele visuelle Stimuli wahr. Jedoch auch unser Gehörsinn spielt bei unserer Wahrnehmung der Außenwelt eine wichtige Rolle. Da sich die Klasse während dem Indoor Modul im Klassenzimmer befindet, dienen als alternativer Einstieg zu Bildern Tonaufnahmen von typischen Waldgeräuschen, um den Gehörsinn der SchülerInnen zu schulen.

Ablauf

Die SchülerInnen sollen die Augen schließen und sich völlig auf die Tonaufnahmen konzentrieren. Nach Beenden aller Aufnahmen können sie diese notieren. Falls nicht jede/r jede Tonaufnahme richtig identifizieren konnte, wird diese nochmals abgespielt. Zum Abschluss sollen die wahrgenommenen Geräusche besprochen und an der Tafel gesammelt werden. Im Anschluss werden die Begriffe „Ökosystem“ und „Forst“ erklärt. In weiterer Folge wird die Bedeutung des Ökosystems angeführt. Der theoretische Hintergrund ist im Abschnitt 2.2 ab Seite 15 zu finden. Wichtige Definition, Beschreibungen oder Fakten werden in später Folge in einem „Waldlexikon“ gesichert, sodass die SchülerInnen während der Spiele und Diskussionen nicht mitschreiben müssen.

5.3.3.3 Der Wald und seine Funktionen

Grundgedanke

Wie auch schon im Abschnitt 2.2 angeführt, erfüllen Wälder vier Funktionen, die im Forstgesetz definiert sind. Diese sollen den SchülerInnen durch dieses Spiel nähergebracht werden. Es sollen die vielfältigen Produkte und Leistungen, die wir vom Wald nutzen, greifbarer gemacht und eine wertschätzende Haltung vermittelt werden.

Ablauf

Die SchülerInnen ziehen jeweils eine Karte. Unter den Karten befinden sich vier grüne und ca. 30 weiße Karten. Auf den grünen Karten sind die vier Funktionen des Waldes notiert, auf den weißen Karten befinden sich Begriffe wie ‚Lawine‘, ‚Möbel‘, ‚Brennholz‘, ‚CO₂-Speicher‘ oder ‚Vogelgesang‘. Die Aufgabe ist, die Karten in Zusammenhang zu stellen und diese zu gruppieren. Es sollen sich Gruppen finden, indem sie herausfinden, dass die Begriffe zu einer Funktion passen. Haben sich die Gruppen gefunden, sollen diese eine kurze Präsentation zu ihrer Funktion halten. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 65)

5.3.3.4 Fachinput Waldentwicklung, Nachhaltigkeit, Naturschutzprojekte

Diese Sequenz hat den Inhalt der Waldentwicklung, Nachhaltigkeit und Naturschutzprojekte, die in den Abschnitten 2.4, 2.3, 3.5 und 4 erläutert werden. Diese Inhalte werden in einem kurzen Vortrag bzw. SchülerIn–LehrerIn-Gespräch vermittelt. Wichtige Aspekte werden in späterer Folge im Waldlexikon gesichert.

5.3.3.5 Interessensdreieck

Durch die beiden Spiele zu Beginn des Indoor-Moduls und den kurzen Fachinput erhielten die SchülerInnen einen groben Überblick über die involvierten Interessensgruppen im Ökosystem Wald. In diesem nächsten Schritt sollen die SchülerInnen alle Komponenten in Verbindung bringen und erkennen, dass das Ökosystem viele Interessensgruppen hat, jedoch nicht immer alle Interessen vereinbar sind und eine Betrachtung von mehreren Standpunkten wichtig ist, um Interessenskonflikte bearbeiten zu können.

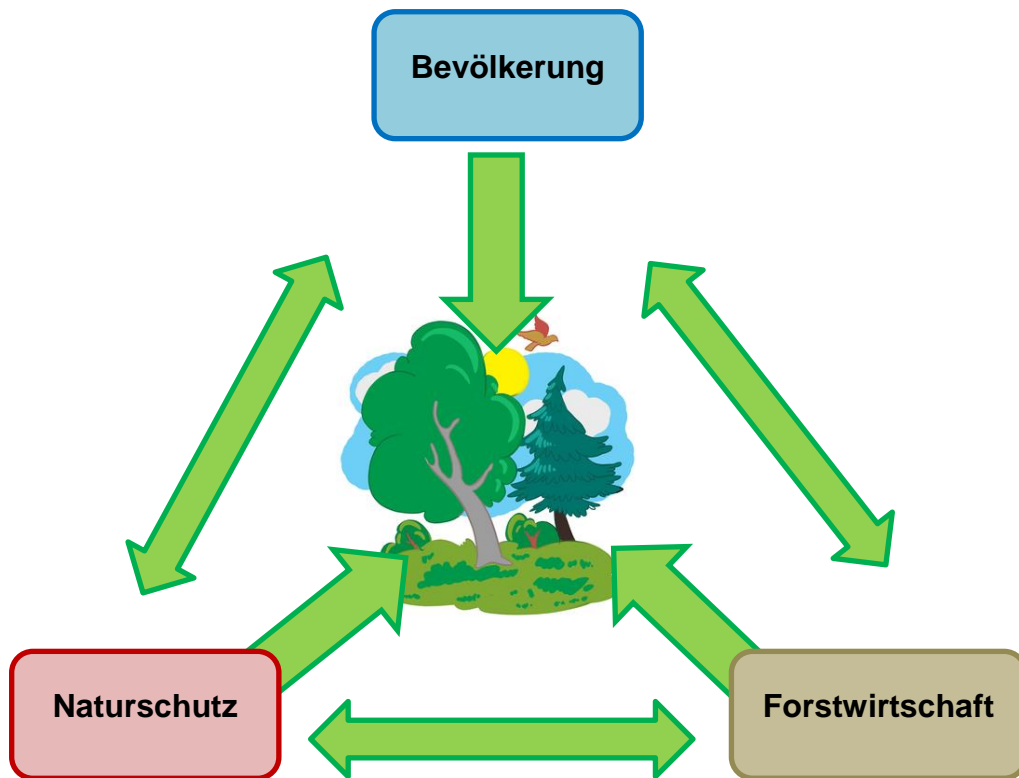


Abb. 31 Interessensdreieck

(Quelle: eigene Darstellung, Clipart Wald: <https://www.clipartfree.de/clipart-bilder-galerie/pflanzen-bilder-clipart/wald-cartoon,-bild,-illustration,-clip-art-9869.html> 11.10.2018)

5.3.3.6 Tastkiste

Grundgedanke

Die SchülerInnen sollen unter Zuhilfenahme ihres Tastsinnes Schlüsse über heimische Pflanzenbestandteile ziehen.

Ablauf

In Boxen befinden sich 5-10 verschiedene Untersuchungsgegenstände, die die SchülerInnen durch Erasten erraten sollen. Die Untersuchungsgegenstände sollen Blätter und Samen von heimischen Bäumen sein. Um einen gewissen Schwierigkeitsgrad zu erhalten können ebenfalls Abdrücke von Tierspuren oder Rindenstücke in die Box gegeben werden.

Entsprechend der Klassenstärke können mehrere Boxen vorbereitet werden, damit die Gegenstände in Kleingruppen erraten werden. Die Tastkiste kann ebenfalls als Spiel ausgelegt werden, indem die Kleingruppen gegeneinander antreten. Jene Gruppe, die in einer gewissen vorgegebenen Zeit die meisten richtigen Gegenstände bestimmt hat,

erhält eine kleine Aufmerksamkeit. Im Plenum wird jeder Gegenstand besprochen und genau benannt. Die Ergebnisse werden im Anschluss im Waldlexikon gesichert.

5.3.3.7 Bewirtschaftung und Ernteverfahren

Zu Beginn können die SchülerInnen gemeinsam Überlegungen anstellen, wie in Österreich Wald bewirtschaftet und Holz geerntet wird. Anschließend werden den SchülerInnen in einem kurzen Vortrag die unterschiedlichen Bewirtschaftungsformen und Holzernteverfahren erklärt und beschrieben. Wenn es zeitlich möglich ist, können Holzernteverfahren in kurzen YouTube Videos verdeutlicht werden.

Wichtige zu vermittelnde Inhalte sind Dauerwald, Schlagweiser Hochwald, Monokultur, Mischwald, sowie die drei Varianten der Holzernte (voll-, teil- und nichtmechanisierte Holzernte). Diese Inhalte sind ab dem Abschnitt 3.2 zu finden, ab Seite 36.

Im Anschluss der Erklärungen sollen SchülerInnen in Kleingruppen Überlegungen anstellen, was Vor- und Nachteile der Bewirtschaftungsformen und der Ernteverfahren sind. Diese Einfälle werden im Plenum gesammelt.

Dieser Input kann ebenfalls während der Waldexkursion durchgeführt werden.

5.3.3.8 Waldlexikon

Das Waldlexikon dient zur Wissenssicherung der Einheiten. In dieser Sammlung sollen wichtige Informationen, Definitionen und während der Einheiten Besprochenes festgehalten werden. Viele behandelte Inhalte werden sich im Schulbuch wiederfinden. Jedoch wird das Schulbuch meist in der Schule verbleiben, daher soll das Waldlexikon gleichzeitig auch als eine Art Forscherbuch dienen.

Das Lexikon soll ein handliches Format haben um auch ins Gelände mitgenommen zu werden. Am besten wäre ein Heft in A5 Format, so können Kopien in A4 Format noch eingeklebt werden. Das Waldlexikon beinhaltet zwei Bereiche. Der erste Bereich dient als Lexikon, zum Nachschlagen während der Waldexkursion oder beim Spazieren gehen in der Freizeit. Der zweite Bereich kann als Forscherbereich betrachtet werden. In diesem Bereich können Forschungseinträge, Notizen, Skizzen, Fundstücke festgehalten und gesammelt werden.

Der Einband des Lexikons kann nach Belieben der SchülerInnen selbst gestaltet werden, hier könnte auch eine Kooperation mit dem Zeichenunterricht stattfinden.

Der theoretische Hintergrund zu den Inhalten, die im Waldlexikon vermerkt werden, ist in den Abschnitten zwei bis vier genauer beschrieben. Im Anhang befinden sich

Kopiervorlagen für die unten angeführten Inhalte des Waldlexikons. Nach Ermessen der LehrerIn können diese erweitert oder gekürzt werden.

Inhalte im Lexikonbereich:

- Vier Funktionen des Waldes
- Definitionen
 - Wald
 - Forst
 - Nachhaltigkeit
 - Bewirtschaftungsformen
 - Ökosystem
 - Monokultur, Mischwald
- Bedeutung des Ökosystem
 - CO₂-Speicher
 - O₂-Produzent – Grüne Lunge der Erde
 - Lebensraum
 - Produkte
 - Arbeitsplatz
- Fotosynthese
- Klimaauswirkungen
- Schichtaufbau des Waldes
- Nahrungsnetzschema
- Aufbau Baumstamm
- Bestimmungsbereich
 - Heimische Bäume (Frucht, Rinde, Blatt)
(Hainbuche, Buche, Eiche, Tanne, Fichte, Ahorn, Weide, Pappel, Linde, Birke)
 - Heimische Waldsäuger
(Reh, Wildschwein, Dachs, Eichhörnchen, Fuchs, Hase)
- Interessensdreieck
- Ernteverfahren
- Naturschutz
 - Projekte

Inhalt des Forschungsbereichs:

- Beobachtungsbogen – Blinde Karawane
- Forschungsbogen – Zwei Flächen Vergleich
- Rollenspiel
- Notizbereich
- Skizzen

5.3.3.9 Blinde Karawane

Grundgedanke

Diese Aktionsform soll eine Erfahrung und eine neue Wahrnehmungsmöglichkeit für SchülerInnen darstellen. Der Mensch ist stark fixiert auf das Wahrnehmen mit dem Sehsinn und nimmt oft andere Aspekte nicht oder nur teilweise wahr. Während dieser Methode wird der Sehsinn in Form einer Augenbinde blockiert und die SchülerInnen haben die Möglichkeit das Ökosystem Wald mit dem Tastsinn, Geruchssinn, Gehörsinn und ev. Geschmackssinn zu erforschen.

Ablauf

Vorab wird ein 40 Meter langes Seil an einer günstigen Stelle im Wald zwischen den Bäumen gespannt. Eine Abwechslung im Gelände ist dabei von größter Wichtigkeit! Diese kann durch eine Varianz des Baumabstandes, unterschiedliche Rinden, verschiedene Untergründe wie moosig, steinig, nadelig geschaffen werden. Die SchülerInnen gehen nun zu Beginn in Form eines „Tatzelwurms“, jeder hält sich an den Schultern des Vorderen fest, zu der gespannten Schnur hin. Der Vorderste der keine Augenbinde trägt, ist entweder die Lehrperson oder die WaldexkursionsleiterIn: diese führt die Gruppe an. Die TeilnehmerInnen gehen in kleinen Abständen, ruhig und barfuss dem Seil entlang und sollen ihre Umgebung wahrnehmen. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 56)

Die erlebten Eindrücke sollen, nach dem Beenden der Geländeroute, im Forschungsteil des Waldlexikons festgehalten werden. Hierbei können die SchülerInnen sowohl beschreiben als auch bewerten.

Im Anschluss werden die niedergeschriebenen Wahrnehmungen im Plenum besprochen.

5.3.3.10 Forschungsaktivität

Grundgedanke

Die SchülerInnen werden zu ForscherInnen und EntdeckerInnen ihrer Umgebung.

Ablauf

Die Forschungsaktivität beginnt, indem die SchülerInnen in Kleingruppen von 4-5 SchülerInnen eingeteilt werden. Die Kleingruppen bekommen den Forschungsauftrag zwei sehr unterschiedliche Waldabschnitte im Waldexkursionsgebiet zu finden. Diese beiden Waldabschnitte sollen beschrieben werden. Der Forschungsauftrag und eine genaue Anleitung für die Auswahl der Flächen werden den Schülerinnen in Form eines Forschungsbogens ausgeteilt. Auf diesen Forschungsbogen soll die Beschreibung der Plätze notiert werden, ebenfalls können Skizzen und Fundstücke gesammelt werden. Sind beide Forschungsplätze beschrieben, soll die Kleingruppe die beiden Plätze vergleichen. Kriterien für den Vergleich sind ebenfalls auf den Forschungsbogen vermerkt, um den SchülerInnen eine Vorstellung zu geben, worauf zu achten ist.

5.3.3.11 Fachinput Naturschutz

Zu Beginn dieser Unterrichtssequenz sollen sich die SchülerInnen in Kleingruppen zusammenfinden und über die Waldsituation in Österreich brainstormen. Im Plenum werden die Ideen vorgetragen und gesammelt.

In einem kurzen Vortrag werden die momentane Waldsituation in Österreich und Weltweit und Naturschutzprojekte erklärt. Die Informationen, die in diesen Vortrag einfließen sollen, sind in Abschnitt 2.4, 4 und 4.4. festgehalten. Falls es die Waldfläche erlaubt, können vor Ort ebenfalls Projekte erläutert werden, wie z.B.: Totholz.

Die Inhalte werden im Waldlexikon gesichert.

5.3.3.12 Welches Tier bin ich?

Grundgedanken

Dieses Spiel dient zur Auflockerung, Aktivierung und Motivierung der Klasse und kann jederzeit während der Exkursion im Wald durchgeführt werden.

Ablauf

Das Spiel hat als Grundlage das Spiel „Wer bin ich?“. Jede/r TeilnehmerIn schreibt auf einen kleinen Klebezettel ein Tier und klebt es einem anderen Mitschüler auf die Stirn.

Die SchülerInnen müssen durch Fragen das Tier, dessen Namen auf ihrer Stirn klebt, mit Fragen, die mit JA oder NEIN zu beantworten sind, erraten.

Der Situation angemessen kann das Spiel im Kreis durchgeführt werden und jeder kommt reihum an die Möglichkeit zu fragen. Bei sehr hoher SchülerInnenanzahl können auch zwei Kreise gebildet werden oder auch im „Spaziergangmodus“ gearbeitet werden, wo die SchülerInnen von einem zu nächsten gehen und jeden nur eine Frage stellen darf. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 82)

5.3.3.13 Durchforstungsspiel

Grundgedanke

Das Spiel soll den SchülerInnen die Maßnahme der Durchforstung in einem wirtschaftlich genutzten Wald veranschaulichen.

Ablauf

Die Klasse versammelt sich unter einen großen Baum um den Stamm. Es soll kein Kreis gebildet werden, sondern die TeilnehmerInnen sollen sich in einem relativ engen Abstand zueinander aufstellen. Die SchülerInnen können sich auf den Boden setzen bzw. hocken und bekommen ein Blatt oder Zweig in die Hand. Sie stellen nun die Samen des Baumes dar, um den sich die Klasse versammelt hat. Die/Der WaldexkursionsleiterIn teilt den SchülerInnen mit, was mit dem Samen in weiterer Folge passiert. Zuerst beginnen alle Samen zu wachsen, indem die SchülerInnen ihre Hände in die Höhe strecken. In weitere Folge wachsen die Samen immer weiter, was mit Knien, Hocken, Aufstehen und Strecken der Arme seitwärts dargestellt wird. Schon werden die Vorgänge im Wald für die SchülerInnen fühlbarer. Durch das Wachsen der Samen können die SchülerInnen erkennen, dass der Platz, der für jeden einzelnen zu Verfügung steht, immer weniger wird. Im weiteren Verlauf werden einige „Jungpflanzen“ auf Grund verschiedener ereignisse aus dem Spiel entnommen. Solche Ereignisse können z.B. Wildverbiss, Windschaden, Spaziergeher oder eine gezielt geplante Durchforstung sein.

Die Vorgänge, die im Wald passieren und durch die SchülerInnen repräsentiert werden, können in Form einer Geschichte vorgetragen werden.

Es ist darauf zu achten, dass „Jungpflanzen“ nicht ohne jeglichen Grund aus dem Spiel entfernt werden, sondern dass sowohl das Verbleiben von Jungbäumen wie auch die Entnahme von Bäumen durch Durchforstung oder als Folge anderer Ereignisse für das

Ökosystem und den Menschen haben. Diese Auswirkungen sind nach dem Beenden des Spieles genauer zu besprechen und zu beleuchten. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 76)

Einige Beispiele für Auswirkungen, die besprochen werden könnten:

- Spaziergeher: Achtvolles Begehen von Waldflächen,
- Windschaden: Baum aufgrund der Dichte zu schwach und hielt Wind nicht stand,
- Durchforstung: Holz wird genutzt vom Mensch, Dickenzuwachs bei noch verbliebenen Bäumen
- Wildverbiss
- Lichtkonkurrenz
- ...

5.3.3.14 Total vernetzt‘

Grundgedanke

Dieses Spiel soll den SchülerInnen eindrucksvoll die Verbindungen zwischen den Waldlebewesen präsentieren. In weitere Folge soll diese Aktionsform den SchülerInnen die Auswirkungen des Verschwindens eines Waldlebewesens veranschaulichen.

Ablauf

Die WaldexkursionsleiterIn zeigt den SchülerInnen eine für sie bekannte Pflanze, im besten Fall ein Kraut. Es wird gefragt, was für eine Pflanze es sei. Jene/r SchülerIn die die Pflanze benennen kann, bekommt den Anfang eines Wollknäuels und hält ihn fest. Die/Der Nächste, dem das Wollknäuel zugeworfen wird, ist jene/r, der weiß, welches Tier das zuvor genannte Kraut brauchen könnte. Dies wird solange weitergeführt, bis die „höchste Stufe“ der Nahrungspyramide erreicht wurde. Um jede/n TeilnehmerIn in das bestehende Netz miteinzubeziehen, wird die Frage gestellt, ‚Was benötigt jenes Tier?‘. Wer bereits einen Faden hält, ruft keinen Namen mehr, es kann den noch Fadenlosen weitergeholfen werden. Ist jede/r SchülerIn in das Netz integriert, soll dieses genauer besprochen werden. Anschließend wird das Wollknäuel wieder eingerollt, indem jeder es wieder zu jedem TeilnehmerIn zurückwirft von dem er/sie es bekommen hat. Wenn man an der Reihe ist das Knäuel zu werfen soll eine

bedeutsame Eigenschaft seines Waldlebewesens genannt werden. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 62)

5.3.3.15 Mein Lieblingsplatz

Bei dieser Unterrichtssequenz sind die SchülerInnen aufgefordert, sich einzeln einen Platz in der näheren Umgebung zu suchen. An diesem Ort sollen sich die TeilnehmerInnen besonders wohlfühlen. Dort haben sie zwischen 10-15 Minuten Zeit sich auf diesen Platz einzulassen und jegliche Aspekte, die dort vorzufinden sind, wahrzunehmen. Den SchülerInnen steht es frei, was sie dort machen. Sie können kreativ werden, z.B. ein Bild oder ein Gedicht von ihren Plätzen anfertigen, sie können sich entspannen oder ihren Gedanken freien Lauf lassen. Im Anschluss wird sich wieder im Plenum eingefunden und die Erfahrungen der Einzelnen zusammengetragen und besprochen. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 70)

Diese Übung kann an verschiedenen Zeitpunkten der Waldexkursion durchgeführt werden.

5.3.3.16 Rollenspiel

Grundgedanke

Das Waldrollenspiel soll den SchülerInnen unterschiedliche Ziel- und Nutzungskonflikte, Auffassungen und Verhaltensweisen von Waldbenützern anschaulich sicht- und erlebbar gemacht werden.

„Im Rollenspiel werden unterschiedliche Standpunkte durch Rollenträger eingenommen, theatralisch umgesetzt und im Spiel einander gegenübergestellt. Es wird eine Begegnungssituation imitiert, wo ein Meinungs Austausch stattfinden kann, eingebettet in einen Handlungsrahmen. Es soll möglichst wirklichkeitsnah gespielt werden.“

(Lohri, Schwyter 2006: 42)

Damit das Rollenspiel seinen Zweck, die interdisziplinäre Behandlung einer Konfliktsituation, erfüllt, müssen die Spielenden über Sachkenntnisse und Informationen über die Handlungszusammensetzung verfügen oder während der Vorbereitungsphase erhalten. Die Sachkenntnisse wurden bereits im Indoor-Modul und auch im Outdoor-Modul vermitteln bzw. vertieft.

Ablauf

Das Rollenspiel ist in drei Phasen gegliedert, wobei der Ablauf der Phasen klar definiert ist und Regeln abgesprochen werden. Es sind Abmachungen bzgl. des Erarbeitens der Argumente und der Diskussionskultur zu formulieren. Die drei Phasen des Rollenspieles sind die Vorbereitung, die Durchführung und die Auswertung. Um ein spannendes Rollenspiel mit Diskussion und Abstimmung zu erhalten, soll die Ausgangssituation zu Beginn gut beschrieben werden um in die diversen Rollen schlüpfen zu können. (vgl. Lohri, Schwyter 2006: 42)

Aus dem Planungsraster auf Seite 72 ist der geplante zeitliche Ablauf zu entnehmen.

Einstieg

Zu Beginn des Spieles werden die Regeln erarbeitet und definiert. Darauf anschließend wird die Konfliktsituation beschrieben. Zum Schluss werden die Rollenkärtchen verteilt bzw. gezogen. Werden die Rollen von der Lehrperson spezifisch zugeteilt, kann auf Stärken und Schwächen von SchülerInnen und zusätzlich auf Gruppendynamiken in der Klasse gezielt reagiert werden. Das Tauschen von Rollenkärtchen sollte nach Möglichkeit vermieden werden und nur im äußersten Notfall vorgenommen werden. Besonders bei „schwierigen“ Rollen, die eine Herausforderung für den Schüler darstellen, soll das Tauschen vermieden werden, da es eine Herausforderung und Chance sein soll, einen Positionswechsel gegenüber seiner eigenen Werthaltung und Meinung vorzunehmen. Das Thema kann beeinflusst werden durch die Interessen der SchülerInnen, jedoch solle die interdisziplinäre Problemstellung nicht verloren gehen.

Vorgeschlagene Problemstellung:

- In der Gemeinde XY befindet sich eine Waldfläche, die die Heimat für einen speziellen Pilz/Baum/Pflanze (z.B.: Frauenschuh-Orchidee). ist. Der Tourismusverband möchte den nur wenig bekannten Ort interessanter für Touristen machen, indem ein besonders anspruchsvolles und weitläufiges Mountainbike-Wegenetz erstellt werden soll. Das Gelände wäre dafür wie geschaffen und das Wegenetz würde vorwiegend im Wald verlaufen und somit den Straßenverkehr nicht behindern.

Ist doch eine tolle Sache?!?!

Oder wie sehen das andere Gemeindemitglieder, wie Wirtschaftsrat, Naturschutzbeauftragte, Waldbesitzer, Anrainer, Mountainbiker, Ortsbewohner, Jäger, Holzschlägerungsarbeiter? Während eines großen Gemeindeplenums werden die unterschiedlichsten Meinungen kundgegeben und für oder gegen das Mountainbike- Wegenetz abgestimmt.

Vorbereitung

Auf den verteilten Kärtchen stehen einerseits die Rolle, die der/die SchülerIn einnehmen wird, und andererseits eine kurze Beschreibung der Meinung, die diese Rolle im angegebenen Problemfall vertritt. Die SchülerInnen haben ca. 30 Minuten Zeit ihre einzunehmende Einstellung der Rolle in der Kleingruppe vorzubereiten. Es sollen glaubwürdige Argumente, Aussagen und Angaben gefunden und formuliert werden, sodass in Folge die Abstimmung jenes Ergebnis hat, dass die Rolle vorgibt.

Durchführung

Während der Vorbereitung der Rollen kann ein kleines Podium, bzw. Diskussionsforum mit Holzstücken gebaut werden. Nachdem die Vorbereitung abgeschlossen ist, nehmen die Diskussionsmitglieder am Podium Platz.

Hat die Klasse schon Erfahrungen mit Rollenspielen gemacht, kann die Rolle des Moderators von einer/einem SchülerIn verkörpert werden, ist dies nicht der Fall, soll das Moderieren von der Waldexkursionsleitung übernommen werden, um die Diskussion im Rahmen zu halten.

Die ModeratorIn eröffnet die Diskussion mit einem kurzen einführenden Vortrag und erläutert nochmals das Thema. Anschließend beginnt das Rollenspiel, indem jede Rolle die ihr zugeteilte Einstellung gegenüber dem Thema dem Plenum vorträgt. Während dieser Vortragsrunde sollen die weiteren DiskussionsteilnehmerInnen nicht unterbrechen. Ist diese Runde abgeschlossen, wird die Diskussion eröffnet und die TeilnehmerInnen können nachfragen, ihre Meinung rechtfertigen, begründen. Hierbei sollen die Rollen ihre eingeübten Argumente gut präsentieren und versuchen ihre Meinung zu vertreten, um einen für sie positiven Ausgang der Abstimmung zu erzielen. Gerät die Diskussion ins Stocken, können entweder Zwischenfragen von Seiten des Moderators oder des Publikums gestellt werden, oder auch die Diskussionsphase

beendet werden. Abschließend hat jeder DiskussionsteilnehmerIn hat nochmals die Möglichkeit seine Meinung in einem möglichst reißenden Schlussplädoyer vorzutragen. Die/Der ModeratorIn fasst nochmals alles zusammen und leitet zur Abstimmung über.

Abstimmung

Die Abstimmung über den Auslöser des Diskussionsbedarfs findet offen statt. Jede/r SchülerIn hat eine Wahlmöglichkeit, DAFÜR, DAGEGEN, UNGÜLTIG. Dies wird mit Handzeichen abgefragt.

Der Moderator fasst nochmals die Ereignisse zusammen und gibt das Ergebnis und die Folgen dieser Entscheidung bekannt.

6 Schlussfolgerung

Die vorgelegten didaktischen Konzepte verfolgen den Grundgedanken, den Lebensraum Wald und die Beziehung, die das menschliche Wirken in diesem Gefüge dazu hat, zu erkennen und zu verstehen.

Diese Arbeit versucht dieses Ziel zu erreichen, indem einerseits LehrerInnen durch diese Diplomarbeit eine kompakte interdisziplinäre und inhaltliche Aufarbeitung zur Thematisierung des Lebensraums Wald als außerschulischem Lernort finden. Darüber hinaus wird eine didaktische Variante der Umsetzung der Thematik „Lebensraum Wald“ angeboten. Die fachliche Zusammenfassung beinhaltet Inhalte über das Ökosystem Wald, die Beziehung zwischen dem Ökosystem und Naturschutz sowie die Forstwirtschaft.

In einer komplex vernetzten Welt, in der alles in Verbindung zueinander steht, ist es von großer Bedeutung, sich dieser Zusammenhänge bewusst zu werden und seine Position in diesem Gefüge zu verstehen. Jedoch muss eine multiperspektivische Betrachtungsweise in einer zunehmend komplexeren Welt gelernt und geübt werden. Die entwickelten didaktischen Konzepte bieten den SchülerInnen die Möglichkeit, das Ökosystem Wald in einer multiperspektivischen Betrachtungsweise zu kennen und erfahren zu lernen. Demzufolge müssen die LehrerInnen entsprechendes fachspezifisches Wissen und einschlägige Kompetenzen besitzen, um eine solche Betrachtungsweise im Unterricht weitergeben zu können.

Das Lehramt Studium des Unterrichtsfaches Biologie und Umweltkunde an der Universität Wien vermittelt in verschiedenen Lehrveranstaltungen und Exkursionen fundiertes Wissen rund um das Ökosystem Wald für die spätere Anwendung im Klassenzimmer.

Die Inhalte dieser Lehrveranstaltungen sind in die fachliche Aufarbeitung dieser Diplomarbeit eingeflossen und wurden durch weitere Literatur, Praxisbeispiele und konkrete Forschungsergebnisse vertieft.

Das außerschulische didaktische Konzept hat das Ziel, dass SchülerInnen sich in Form einer Exkursion möglichst nachhaltig mit dem Ökosystem beschäftigen. Der außerschulische Lernort bietet den SchülerInnen neue Begegnungen, Betrachtungsweisen und Lernmöglichkeiten und somit eine intensivere Auseinandersetzung mit dem Thema Wald, als es im alltäglichen Klassenraum möglich wäre.

Das Konzept dieser Diplomarbeit verbindet didaktische Erkenntnisse in einer lernförderlichen Umgebung. Die SchülerInnen werden durch die verschiedenen Methoden, welche in der Arbeit entwickelt wurden, motiviert, geschult und angeleitet, komplexe Zusammenhänge zu erkennen, zu bearbeiten und zu reflektieren.

Diese Diplomarbeit kann von LehrerInnen für die Vorbereitung von Unterrichtseinheiten genutzt werden, welche sich mit dem Lebensraum Wald beschäftigen wollen. Darüber hinaus sind die vorgestellten didaktischen Überlegungen direkt im Unterricht einsetzbar und es sind jegliche Materialien und Unterlagen, die benötigt werden, beschrieben und beigelegt.

7 Literatur

AECC-BIO (2018): Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie: Was wir tun. Online: <https://aeccbio.univie.ac.at/was-wir-tun/> (letzter Zugriff: 10.9.2018)

Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.) (2015): Das Oberösterreichische Naturschutzrecht: Das oö. Natur- und Landschaftsschutzgesetz 2001 samt Kommentar, Durchführungsverordnung und weiteren Rechtsgrundlagen. Linz

Bastin J.-F., Berrahmouni N., Grainger A., Maniatis D., Mollicone D., Moore R., Patriarca C., Picard N., Sparrow B., Abraham E.M., Aloui K., Atesoglu A., Attore F., Bassüllü Ç., Bey A., Garzuglia M., García-Montero L.G., Groot N., Guerin G., Laestadius L., Lowe A.J., Mamane B., Marchi G., Patterson P., Rezende M., Ricci S., Salcedo I., Diaz A.S.-P., Stolle F., Surappaeva V. und Castro R. (2017): The extent of forest in dryland biomes. *Science* (New York, N.Y.) 356 (6338), S. 635–638

BFW - Bundesforschungszentrum für Wald (2016a): Österreichs Wald. Wien

BFW - Bundesforschungszentrum für Wald (2016b): Wem gehört Österreichs Wald? Online: http://www.wald-in-oesterreich.at/wp-content/uploads/2016/04/folder_wem_gehoert_oesterreichs_wald_end.pdf (letzter Zugriff: 3.5.2018)

BFW - Bundesforschungszentrum für Wald (2018): Österreichische Waldinventur. Online: <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1&land=&lbfi=&tma=&stma=&sstma=> (letzter Zugriff: 29.3.2018)

Budde J. und Hummrich M. (2016): Die Bedeutung außerschulischer Lernorte im Kontext der Schule - eine erziehungswissenschaftliche Perspektive. In: Schwier J. (Hrsg.) *Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung*. transcript Verlag. s.l., S. 29–52

Bundesforste (2018): Zahlen & Fakten. Online: <http://www.bundesforste.at/unternehmen-nachhaltigkeit/zahlen-fakten.html> (letzter Zugriff: 4.5.2018)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (1986): Schulunterrichtsgesetz: SchUG. Online: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009600> (letzter Zugriff: 28.8.2018)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018a): Bildungsstandards in der Berufsbildung und kompetenzorientiertes Unterrichten.

Online:

https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/bildungsstandards_bbs.html
(letzter Zugriff: 27.9.2018)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018b): Lehrplan Biologie und Umweltkunde. Online:

https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?61ebyf (letzter Zugriff: 28.8.2018)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018c): Lehrplan der Neuen Mittelschule. Online:

https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_nms.html (letzter Zugriff: 24.9.2018)

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2015): Forstgesetz 1975.

Online: <https://www.bmnt.gv.at/forst/oesterreich-wald/Forstrecht/Forstgesetz.html>
(letzter Zugriff: 3.4.2018)

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018): Nachhaltigkeit;. Online:

<https://www.bmnt.gv.at/umwelt/nachhaltigkeit.html> (letzter Zugriff: 15.10.2018)

Bundeszentrale für politische Bildung (2017): Jährliche Änderung der Waldbestände.

Online: <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52727/waldbestaende> (letzter Zugriff: 3.4.2018)

Campbell, N.A., J.B. Reece, A. Kratochwil und T. Lazar (Hrsg.) (2012): Biologie. Pearson Studium. München

Erhorn J. und Schwier J. (2016): Außerschulischer Lernorte: Eine Einleitung. In: Schwier J. (Hrsg.) Pädagogik außerschulischer Lernorte. Eine interdisziplinäre Annäherung. transcript Verlag. s.l., S. 7–14

Eurostat (2016): Agriculture, forestry and fishery statistics: 2015 edition

Forest Stewardship Council – International (Hrsg.) (2018a): FSC Facts & Figers. Bonn

Forest Stewardship Council – International (2018b): FSC International. Online: <https://ic.fsc.org/en> (letzter Zugriff: 4.6.2018)

Forstgesetz: BGBl. Nr. 440/1975. Fassung: 24.11.2017. Online:

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10010371>

FPP Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier (Hrsg.) (2006): Holz in der Durchforstung: Arbeitsgestaltung und Planung im Schleppergelände. Wien

- Graßl H. (2011): Klimawandel – zu schnell für jeden Baum: Rasante Klimaänderung überfordert Anpassungsfähigkeit der Bäume. Online:
https://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/lwf_klimawandel_schnell/index_DE (letzter Zugriff: 25.4.2018)
- Greenpeace (2018): Wenn Wälder wieder wachsen: Eine Waldvision für Klima, Mensch und Natur
- Herkendell, J. (Hrsg.) (1995): Die Wälder der Erde: Bestandsaufnahme und Perspektiven. C.H. Beck'sche Buchdruckerei. München
- Hirschberger P. (2006): Potenziale der Biomassenutzung aus dem Österreichischen Wald unter Berücksichtigung der Biodiversität: Naturverträgliche Nutzung forstlicher Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung Berücksichtigung der Flächen der Österreichischen Bundesforste
- Hödl W. und Frimmel M. (1993): Aktuelle Entwaldungsursachen und perspektiven Standortgerechter Landnutzung in Amazonien. Journal für Entwicklungspolitik VIII (3), S. 267–284
- Hofmann H. (2007): Spuren im Schnee – aber von wem?: Die Kunst des Fährtenlesens. Natürlich 1, S. 20–23
- Hofmeister H. (1997): Lebensraum Wald: Pflanzengesellschaften und ihre Ökologie. Parey Buchverlag. Berlin
- Isopp A. (2013): Editorial. Zuschnitt 13 (51), S. 3
- Jandl R. (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf Österreichs Wälder. Online:
<https://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=9911> (letzter Zugriff: 20.4.2018)
- Johann E. (2002): Geschichte des Waldes. Zuschnitt 2 (8), S. 6–7
- Killermann W. (1986): Biologieunterricht heute: Eine moderne Fachdidaktik. Auer. Donauwörth
- Kölling C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. AFZ-Der Wald (23), S. 1242–1245
- Kölling C. und Zimmermann L. (2007): Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 6 (67), S. 259–268
- Landwirtschaftskammer Oberösterreich (2012): Waldbaumerkblatt: Verjüngungsmethoden

Lexikon der Biologie (1999a): Mischwald. Online:

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mischwald/43242> (letzter Zugriff: 16.10.2018)

Lexikon der Biologie (1999b): Monokultur. Online:

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/monokultur/43788> (letzter Zugriff: 15.10.2018)

Lohri F. und Schwyter A. (2006): Treffpunkt Wald Waldpädagogik für Forstleute: Ein Handbuch mit praktischen Arbeitsunterlagen, Ideen und Beispielen von Waldführungen. Silvia. Zürich

Magistrat der Stadt Wien (Hrsg.) (2016): Wiener Umweltbericht 2014 / 2015. Wien

McCann K.S. (2000): The diversity-stability debate. *Nature* 405 (6783), S. 228–233

Meyer H. (1987): Unterrichts-Methoden. Cornelsen Verlag GmbH. Berlin

Nemestothy N. (2015): Bedeutung der Bodenverdichtung für Ertrag und Nachhaltigkeit. BFW. Praxisinformation (39), S. 8–13

PEFC Austria (2017a): Holz- und Papierprodukte aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern. Online: <https://www.pefc.at/> (letzter Zugriff: 4.6.2018)

PEFC Austria (2017b): Merkblatt für die nachhaltige Waldbewirtschaftung in der Region 1 "Wald- und Mühlviertel" (letzter Zugriff: 4.6.2018)

Pfligersdorffer G. (2010): Das Planspiel "Food Control": Ein Beitrag zur Entwicklung systemischer Kompetenzen. In: Zumbach J. und Maresch G. (Hrsg.) Aktuelle Entwicklungen in der Didaktik der Naturwissenschaften. Ansätze aus der Biologie und Informatik. StudienVerlag. Innsbruck, S. 25–35

ProHolz (2013): Wald in der EU. Zuschnitt 13 (51), S. 15–17

ProSilvaAustria (2018): Pro Silva Austria Naturnahe Waldwirtschaft: Leidenschaft für den Wald. Online: <https://www.prosilvaustria.at/> (letzter Zugriff: 9.6.2018)

Schäffer J. (2002): Befahren von Waldböden – ein Kavaliersdelikt? Online: https://www.waldwissen.net/technik/holzernte/boden/fva_kavaliersdelikt/index_DE (letzter Zugriff: 26.5.2018)

Schutzgebietverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein (2018a): Porträt – Geschichte. Online: <https://www.wildnisgebiet.at/portraet/> (letzter Zugriff: 9.6.2018)

Schutzgebietverwaltung Wildnisgebiet Dürrenstein (2018b): Vision. Online: <https://www.wildnisgebiet.at/vision/> (letzter Zugriff: 9.6.2018)

- Sitte C. (2011): Maturafragen NEU (!?) - eine schrittweise Annäherung an eine kompetenzorientierte Form in Geographie und Wirtschaftskunde. GW-Unterricht (124), S. 39–41
- Spektrum (2001): epigäisch: Kompaktlexikon der Biologie. Online: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/epigaeisch/3742> (letzter Zugriff: 11.5.2018)
- Spohn M., Golte-Bechtle M. und Spohn R. (2015): Was blüht denn da? Kosmos. Stuttgart
- Stift Schlägl (2018): Forst: Unser Wald, unsere Verbindung zur Natur. Online: <https://www.stift-schlaegl.at/das-stift/wirtschaft/forst/> (letzter Zugriff: 9.6.2018)
- Stocker R. (2007): Aktive Jagd ist Voraussetzung. Wald und Holz (2), S. 36–38
- The World Bank (2018): Forest area (sq. km). Online: <https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2?display=map> (letzter Zugriff: 29.3.2018)
- Thomasius H. und Schmidt P.A. (1996): Wald, Forstwirtschaft und Umwelt. Economica. Bonn
- Tramowsky N., Paul J. und Groß J. (2016): Von Frauen, Männer und Schweinen - Moralvorstellungen zur Nutztierhaltung und zum Fleischkonsum im Biologieunterricht. In: Gebhard U. und Hammann M. (Hrsg.) Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. StudienVerlag. Innsbruck, S. 171–187
- Umweltbundesamt GmbH (2018): Naturschutz ist Landessache. Online: http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/natur_bundesland/ (letzter Zugriff: 7.6.2018)
- Verein wald.zeit (2015a): Borkenkäfer. Online: <http://www.wald-in-oesterreich.at/borkenkaefer/> (letzter Zugriff: 26.4.2018)
- Verein wald.zeit (2015b): Naturverjüngung. Online: <http://www.wald-in-oesterreich.at/naturverjuengung/> (letzter Zugriff: 18.5.2018)
- Vielhaber C. (2003): Projektunterricht auf dem Prüfstand: Wann ist ein "Projekt" ein "Projekt" - 12 Fragen zur Absicherung. GW-Unterricht (90)
- Waldspiele Steiermark: Lehrunterlage für die Wertschöpfungskette Holz. Online: http://www.waldspiele-stmk.at/wp-content/uploads/2014/04/Holzmappe_red.pdf (letzter Zugriff: 16.10.2018)

- Warkotsch W. (1997): Der Wald als Arbeitsplatz der Zukunft. In: Ziegler H. (Hrsg.) Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie - Ökonomie. Rundgespräch am 22. und 23. April 1996 in München. Pfeil. München, S. 53–66
- Wegner H. (1997): Forderungen des Naturschutzes an die Forstwirtschaft. In: Ziegler H. (Hrsg.) Forstwirtschaft im Konfliktfeld Ökologie - Ökonomie. Rundgespräch am 22. und 23. April 1996 in München. Pfeil. München, S. 89–106
- Weiglhofer H. (2013a): Kompetenzenlandkarte für Unterrichtsprinzipien und Bildungsanliegen
- Weiglhofer H. (2013b): Operatoren und deren Definition - Ergänzung zur Kompetenzenlandkarte
- Wimmer N. (2001): Unsere Natur erforschen und erleben. JAKO-O GmbH. Bad Rodach
- WWF Deutschland (2011): Die Wälder der Welt - Ein Zustandsbericht: Globale Waldzerstörung und ihre Auswirkungen auf Klima, Mensch und Natur
- Zingg A. (2003): Dauerwald - ein neues altes Thema der Waldwachstumsforschung. Informationsblatt Forschungsbereich Wald (15), S. 1–3

8 Abbildungsverzeichnisse

8.1 Abbildungen im Hauptteil

Abb. 1 Spannungsdreieck	2
Abb. 2 Darstellung des offenen Ökosystems Wald.....	10
Abb. 3 Reaktionsgleichung der Photosynthese	12
Abb. 4 Baumbefall durch Buchdrucker und Buchdrucker, <i>Ips typographus</i>	15
Abb. 5 Baumbefall durch den Kupferstecher und Kupferstecher <i>Pityptogenes</i> <i>chalcographus</i>	15
Abb. 6 Stockwerkaufbau.....	17
Abb. 7 Vertikalverteilung des Waldes	17
Abb. 8 Gliederung der Lebensformen von Raunkiaer (nicht maßstabsgerecht)	19
Abb. 9 Nahrungsnetzschema des Waldes.....	22
Abb. 10 Waldflächenentwicklung weltweit 1990 – 2015	24
Abb. 11 Jährliche Änderung der Waldbestände	25
Abb. 12 Waldverteilung in Europa	28
Abb. 13 Holznutzung in der Europäischen Union	29
Abb. 14 Waldfläche in Österreich	30
Abb. 15 Flächenaufteilung in Österreich.....	30
Abb. 16 Baumverteilung in Österreich	31
Abb. 17 Waldbesitzer in Österreich	32
Abb. 18 Waldbesitzverteilung in österreichische Bundesländer	33
Abb. 19 Kahlschlag und anschließender Pflanzaktion.....	39
Abb. 20 Kunstverjüngung Fichtensetzling	40
Abb. 21 Waldbewirtschaftungssysteme, schematisch dargestellt.....	42
Abb. 22 Havester.....	45
Abb. 23 Forwader	45
Abb. 24 Rückgang der Bewurzelung im Fahrspuren	46
Abb. 25 Baumfällung mittels Motorsäge	46
Abb. 26 Seilwinde mit Traktor.....	46
Abb. 27 Sappie.....	47
Abb. 28 Pferderückung.....	48
Abb. 29 Logo PEFC.....	49
Abb. 30 FSC Logo	50

Abb. 31 Interessensdreieck	75
----------------------------------	----

8.2 Abbildungen des Anhangs

Abbildung 1 Clipart Wald	105
Abbildung 2 Tastbox	106
Abbildung 3 Fotosynthese	112
Abbildung 4 Chemische Formel Fotosynthese	112
Abbildung 5 Schichtaufbau des Waldes	112
Abbildung 6 Nahrungsnetz im Wald	113
Abbildung 7 Stammquerschnitt und Jahresringe eines Baumes.....	113
Abbildung 8 Heimische Baumarten	115
Abbildung 9 Waldflächenaufteilung in Österreich	116
Abbildung 10 Waldkarte Österreichs	116
Abbildung 11 Waldbesitzverteilung in den Bundesländern	116
Abbildung 12 Waldtierspuren - Säugetiere	117
Abbildung 13 Waldtierspuren - Raubtiere	118
Abbildung 14 Waldtierspuren – Vögel	119
Abbildung 15 Havester	120
Abbildung 16 Seilwinde mit Traktor	120
Abbildung 17 Fällung	120
Abbildung 18 Interessensdreieck am Ökosystem Wald.....	121

9 Anhang

9.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit dem Lebensraum Wald. Zu Beginn wird dieser aus fachlicher Sicht betrachtet und aufgearbeitet. Ein besonderes Augenmerk wird auf die interdisziplinäre Betrachtungsweise der Inhalte, die diesen Lebensraum betreffen, gelegt. Der erste Abschnitt behandelt daher das Ökosystem Wald, die Bewirtschaftung des Waldes und den Wald betreffende Naturschutzaspekte.

Die Inhalte der fachlichen Zusammenfassung werden in der Folge aufgearbeitet und didaktisch reduziert, so dass didaktische Konzepte für außerschulische Aktivitäten im Lebensraum Wald entwickelt werden können. Ein wesentlicher Grundgedanke ist hier, dass SchülerInnen die Möglichkeit erhalten, den Lebensraums Wald außerhalb des Schulgebäudes zu erleben, zu begreifen und zu erarbeiten. Ein weiterer Leitgedanke ist eine interdisziplinäre Bearbeitung der Themengebiete. Die SchülerInnen sollen dazu angeregt werden, die Welt in ihrer Komplexität und Vernetztheit wahrzunehmen und zu verstehen. Diese Diplomarbeit stellt somit eine neue Zugangsweise für die Umsetzung des Themas „Lebensraum Wald“ in der AHS Unterstufe und Mittelschulen dar.

Schlüsselwörter:

Wald – Exkursionsdidaktik - interdisziplinäre Vermittlung – Forstwirtschaft – Naturschutz - AHS Unterstufe - 2. Klasse Mittelschule

9.2 Abstract

This thesis focuses on the “habitat forest”. At the beginning, different topics about this habitat were analysed from a professional point of view as well as from an interdisciplinary perspective. The first parts of this thesis concentrate on the ecosystem forest, forestry and on the interactions between forests and nature conservancy.

These subjects were summarized and reviewed and subsequently adapted to build didactic concepts, which are designed to take place outside of the classroom.

One of the essential ideas for this concept is to create an opportunity for students to experience and understand the relevant topics “in real life” in a forest. A further crucial point of the developed tools focuses on the interdisciplinary aspects of the topic. This kind of strategy helps students to understand and realize the complexity of our world.

The present thesis provides a new approach to teach and explain the “habitat forest” as an outdoor learning facility in high school and in secondary school.

Keywords:

Forest – excursion didactic – interdisciplinary – forestry - conservation of nature - high school – 2nd Class of secondary school

9.3 Unterrichtsmaterialien

9.3.1 Checkliste für Unterrichtsmaterialien

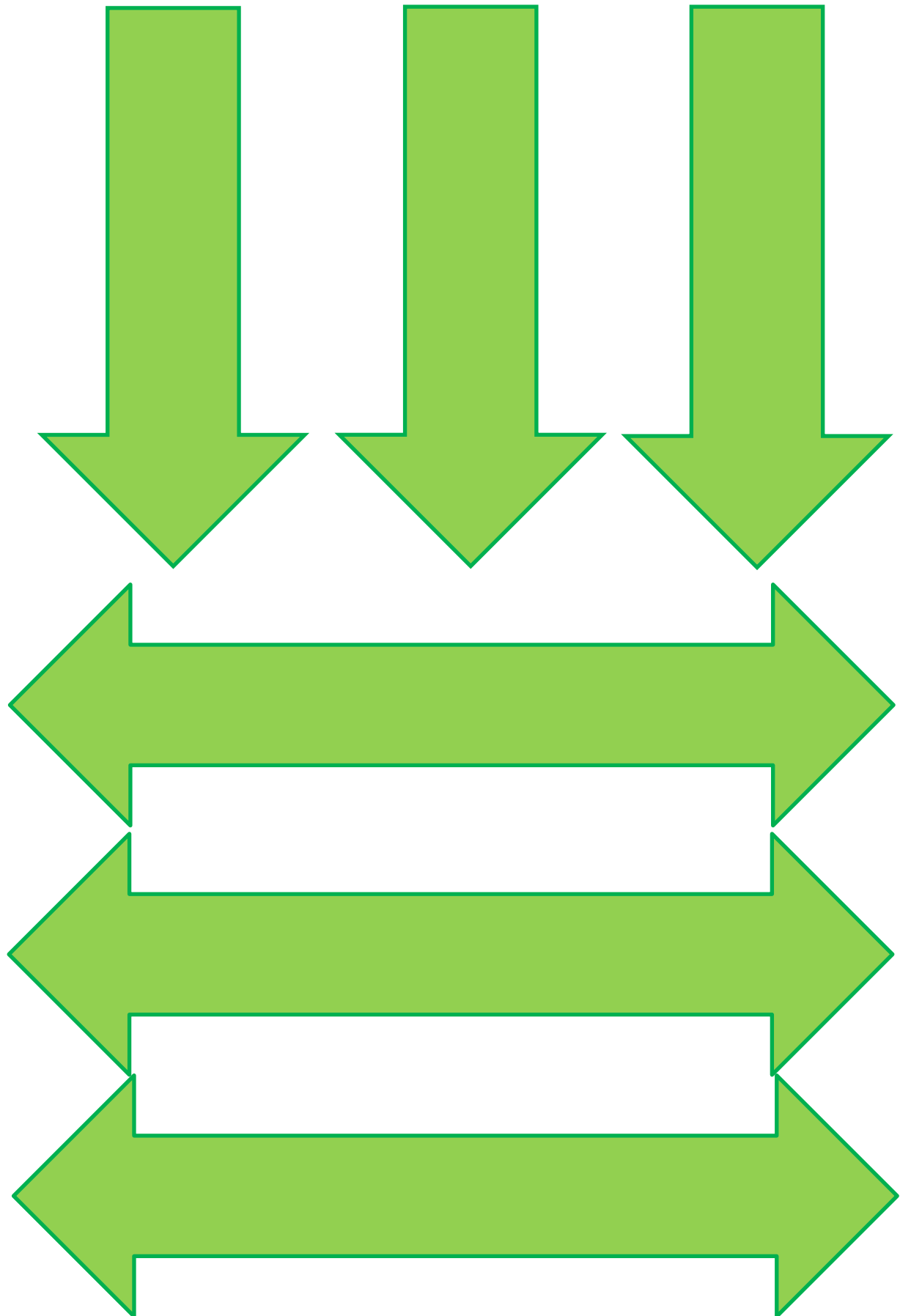
Checkliste		
	Material für Unterrichtssequenz	✓
Indoor - Modul	Zapfenmikrophon: <ul style="list-style-type: none"> • Zapfen • Klebeband 	
	Geräuschkulisse: <ul style="list-style-type: none"> • Tonaufnahmen 	
	Der Wald und seine Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> • Funktionskarten 	
	Interessensdreieck: <ul style="list-style-type: none"> • Kopievorlage (Anhang) 	
	Waldlexikon: <ul style="list-style-type: none"> • Kopievorlage (Anhang) 	
Outdoor - Modul	Zapfenmikrophon: <ul style="list-style-type: none"> • Zapfen 	
	Blinde Karawane: <ul style="list-style-type: none"> • Augenbinde • Seil 	
	Welches Tier bin ich?: <ul style="list-style-type: none"> • Klebezettel 	
	Durchforstungsspiel: <ul style="list-style-type: none"> • Waldgeschichte Klebeband	
	Total vernetzt <ul style="list-style-type: none"> • Schnur 	
	Rollenspiel <ul style="list-style-type: none"> • Rollenkärtchen 	

9.3.2 Der Wald und seine Funktionen

Erholungsfunktion	Schutzfunktion	Nutzfunktion
Wohlfahrtfunktion	Lawine	Mure
Spaziergehen	Wandern	Brennholz
Bauholz	Tiere	CO₂
Sauerstoff O₂	Verminderung Bodenabtragung	Bessere Wasserqualität
Pilze	Beeren	Möbel

Kachelofenholz	Holzplatten	Lagerfeuerholz
Freizeit	Arbeitsplatz	Lebensraum
Schutz	Bodenqualität	Sauerstoff
Klima	Schneebrett	spielen
Spazierengehen	Bodenqualität	Wandern
CO₂ Speicher	Elementargefahren	Lawine

9.3.3 Interessensdreieck



Naturschutz

Bevölkerung

Forstwirtschaft



Abbildung 1 Clipart Wald

(Quelle: <https://www.clipartfree.de/clipart-bilder-galerie/pflanzen-bilder-clipart/wald-cartoon,-bild,-illustration,-clip-art-9869.html> 11.10.2018)

9.3.4 Tastkiste

Vorgeschlagene Materialien für die Tastkiste:

- Fichtenzapfen
- Eichel
- Buchecker
- Ahornblatt
- Eichenblatt
- Tannenzweig mit Nadeln
- Fichtenzweig mit Nadeln
- Birkenscheibe mit Rinde



Abbildung 2 Tastbox

(Quelle: https://www.tuv-akademie.at/uploads/media/AS_aktiv_managen_Blick_ins_Buch.pdf)

9.3.5 Waldlexikon

Wald

Im Forstgesetz wird „Wald“ wie folgt definiert:

„§ 1a. (1) Wald im Sinne dieses Bundesgesetzes sind mit Holzgewächsen der im Anhang angeführten Arten (forstlicher Bewuchs) bestockte Grundflächen, soweit die Bestockung mindestens eine Fläche von 1 000 m² und eine durchschnittliche Breite von 10 m erreicht“. (BGBl. Nr. 440/1975)

„Wälder sind Ökosysteme, in denen Bäume (Makrophanerophyten), die in größerer Anzahl auftreten, und dichte Bestände bilden, die herrschende Lebensform darstellen. Dank des Dichtestandes der Bäume treten zwischen ihnen (...) relevante Wechselwirkungen auf, und es bilden sich ein spezifisches Innenklima sowie ein für Wälder charakteristischer Bodenzustand heraus. Dadurch entsteht ein Lebensraum für solche Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, die an das Waldklima und an den Waldboden mit den sich daraus ergebenden Ernährungs- und Lebensbedingungen gebunden sind und im Waldökosystem wichtige Funktionen zu erfüllen haben.“ (Thomasius, Schmidt 1996: 4)

Vier Funktionen des Waldes

Funktionen laut dem Forstgesetz § 6:

- Nutzfunktion
- Schutzfunktion
- Wohlfahrtsfunktion
- Erholungsfunktion

Nutzfunktion

Die Nutzwirkung einer Waldfläche, die im Forstgesetz angeführt wird, beschreibt das Hervorbringen von nachhaltig erwirtschaftetem Holz als Rohstoff. (vgl. BGBl. Nr. 440/1975)

Bereits von den Steinzeitmenschen wurden Wälder als Holzlieferant genutzt. Der Rohstoff diente zu Beginn als Wärmequelle, später auch als Baumaterial für die Herstellung von Häusern, Schiffen sowie Arbeits- und Gebrauchsgegenständen. (vgl. Hofmeister 1997: 244)

Schutzfunktion

Wälder schützen die Umgebung vor Elementargefahren wie z.B. Lawinen, schädigenden Umwelteinflüssen und erhalten die Bodenkraft, da die Waldflächen vor Bodenabschwemmung und Bodenverwehungen, Geröllbildung und Hangrutschungen schützen.

Wohlfahrtsfunktion

Diese Funktion beschreibt die Einflüsse des Waldes auf die Umwelt. Die Einflüsse sind ausgleichende Wirkungen auf das Klima und den Wasserhaushalt, als auch die Reinigung und Erneuerung von Luft und Wasser.

Die verbessernde Wirkung auf das Klima kommt zustande, weil CO² aus der Luft gespeichert, Temperaturgegensätze gemindert, die Luftfeuchtigkeit in Wäldern erhöht und so die Windgeschwindigkeit gebremst werden kann.

Durch die Filterwirkungen des Waldbodens wird ebenso die Güteklasse des Wassers verbessert. Durch die großen Blattoberflächen der Wälder reinigen sie somit die Luft von Schmutz und Industrieabgasen. (vgl. Hofmeister 1997: 252)

Erholungsfunktion

Wälder sind bis auf einige festgelegte Ausnahmen (wie z.B.: im Gefährdungsbereich während Schlägerungsarbeiten, während Schädlingsbekämpfungen oder auf Grund wissenschaftlicher Zwecke) für jede/n BürgerIn frei zugänglich.

Waldgebiete spielen eine besondere Rolle für die Erholung der Bevölkerung. Im Wald finde der Mensch Ruhe und Entspannung. (vgl. Hofmeister 1997: 252)

Definitionen

Nachhaltigkeit

„Nachhaltige Entwicklung steht für die Gestaltung einer lebenswerten Zukunft. Sie ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen. Die Forderung, diese Entwicklung dauerhaft zu gestalten, gilt für alle Länder und deren Menschen.“ (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2018)

„Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Sinne des Bundesgesetzes bedeutet die Pflege und Nutzung der Wälder auf eine Art und in einem Umfang, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsvermögen, Vitalität sowie Potenzial dauerhaft erhalten wird, um derzeit und in Zukunft ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, ohne andere Ökosysteme zu schädigen, zu erfüllen.“ (BGBl. Nr. 440/1975)

Bewirtschaftungsformen

Dauerwald

Diese Bewirtschaftungsform ist gekennzeichnet durch eine Stetigkeit des Waldökosystems und einem Gleichgewicht aus aufbauenden Prozessen und einem Abbau und Stoffentzug. Die Beständigkeit ist daher gegeben, da alle Entwicklungsstadien auf relativ kleinen Flächen vorhanden sind, und sich nicht in definierten Schlägen abgegrenzt. In den Wäldern die in Dauerwaldsystem bewirtschaftet werden, ist eine gute Vertikal- wie auch Horizontalgliederung zu erkennen. Die Bäume werden in Form einer Einzelstammentnahme aus dem Wald entnommen. (vgl. Thomasius, Schmidt 1996: 308)

Schlagweiser Hochwald

Charakteristisch für das schlagweise System ist die Entnahme von Baumbeständen von größeren Flächen, auch Schlag genannt. Es wird bei diesem Bewirtschaftungssystem einerseits an der Art des Hiebes beziehungsweise an der Form des Schlages und andererseits wie die Regeneration des Schlages vollzogen wird, unterschieden.

Die Regeneration wird entweder mit Naturverjüngung oder mit Kunstverjüngung durchgeführt.

Monokultur

„Monokultur ist eine Form der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung, bei der nur eine Pflanzenart angebaut wird, z.B. Fichtenforst (Fichte) oder Maisfeld (Mais). Monokulturen ermöglichen eine Vereinfachung und Mechanisierung der Pflanz-, Pflege- und Ernteverfahren. Damit verbundene Probleme sind ein zunehmend erhöhtes Ertragsrisiko durch (...) Auftreten spezifischer Boden- und Pflanzen-Schädlinge sowie Pflanzenkrankheiten und die Erschöpfung der organischen und anorganischen Nährstoffreserven des Bodens (Bodenmüdigkeit, Nährsalze). Daher ist in Monokulturen die umweltbelastende intensive Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Kunstdünger notwendig.“ (Lexikon der Biologie 1999b)

Mischwald

„Ein Mischwald, ist aus mindestens zwei Baumarten (Baum) zusammengesetzter Wald, dessen Ökologie von allen beteiligten Baumarten bestimmt wird. (...) Mischwälder zeichnen sich gegenüber Monokulturen durch eine größere Biodiversität, bessere Bodendurchwurzelung und eine höhere Bestandessicherheit gegenüber Schädlingen und Schäden durch Sturm (Windfaktor, Windschäden), Schnee (Schneedruck, Schneeschäden) oder Feuer (Feuerökologie) aus.“ (Lexikon der Biologie 1999a)

Ökosystem

„Ein Ökosystem umfasst alle Organismen eines bestimmten Lebensraumes einschließlich aller abiotischen Faktoren, mit denen diese in Wechselwirkung treten oder in einem funktionellen Zusammenhang stehen. Ein Ökoystem ist ovr allem durch seine Funktion wie z.B.: Nettoprimärproduktion, Energiefluss und andere Faktoren, gekennzeichnet.“ (Campbell et al. 2012: 1823)

Bedeutung des Ökosystems Wald

- CO₂ Speicher
- O₂ Produzent
- Lebensraum
- Produkte
- Arbeitsplatz

Fotosynthese

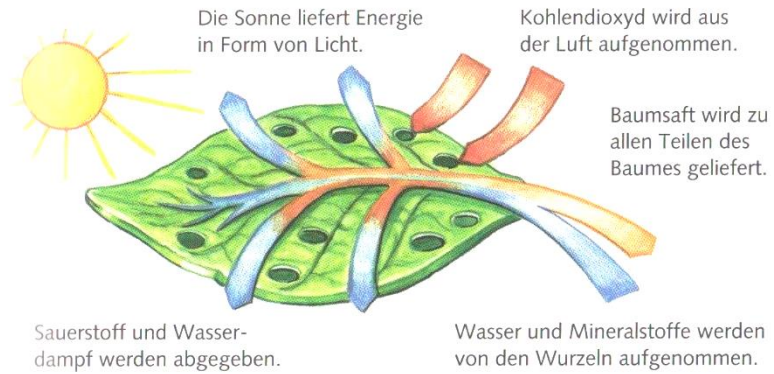


Abbildung 3 Fotosynthese
(Quelle: Wimmer 2001: 19)

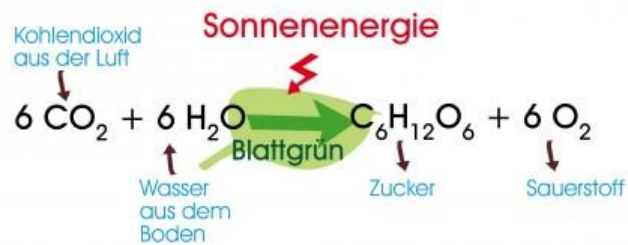


Abbildung 4 Chemische Formel Fotosynthese
(Quelle: <https://www.science.lu/de/content/was-ist-photosynthese>)

Schichtaufbau des Waldes



Abbildung 5 Schichtaufbau des Waldes
(Quelle: Wimmer 2001: 12)

Nahrungsnetzschema

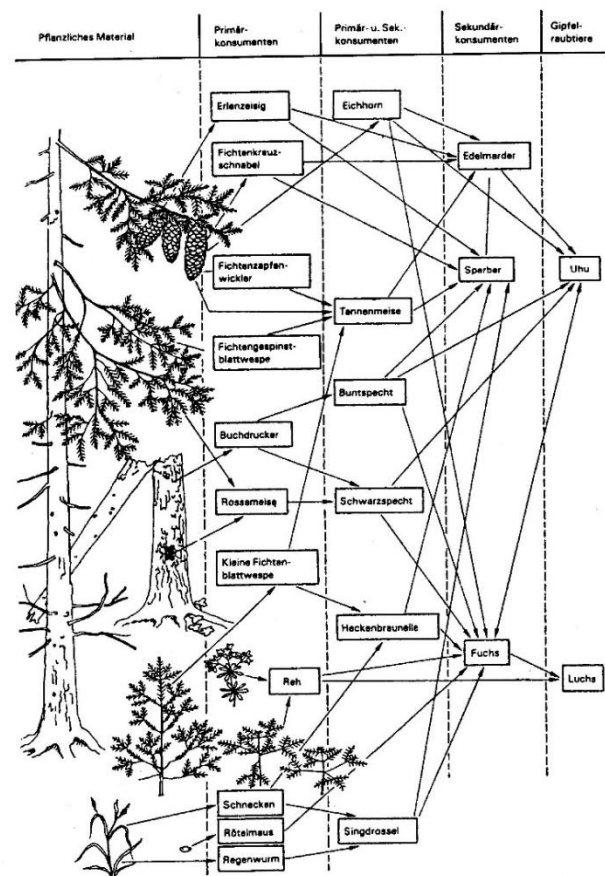


Abbildung 6 Nahrungsnetz im Wald
(Quelle: Hofmeister 1997: 210)

Aufbau Baumstamm

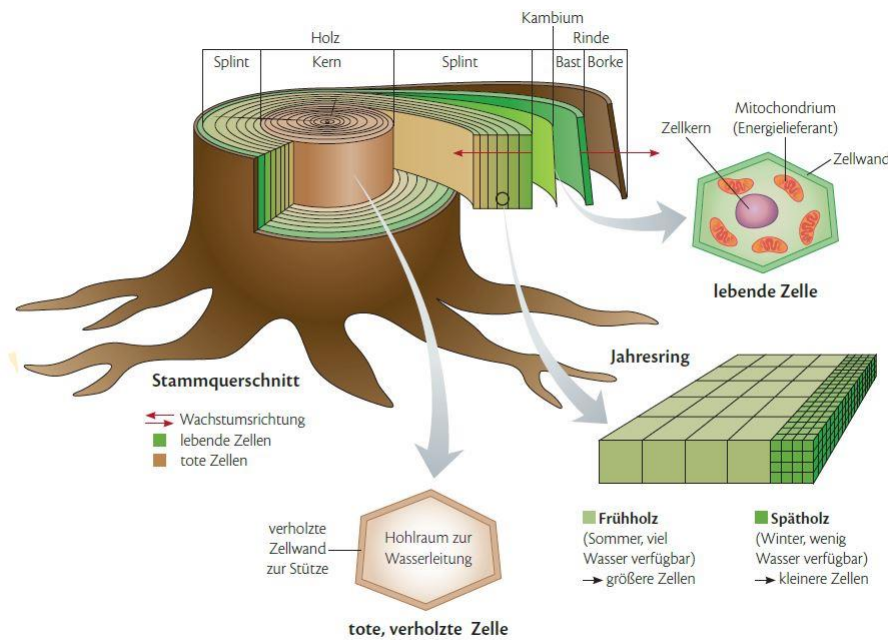


Abbildung 7 Stammquerschnitt und Jahresringe eines Baumes
(Quelle: Waldspiele Steiermark: 7)

Bestimmungsbereich

Heimische Baumarten

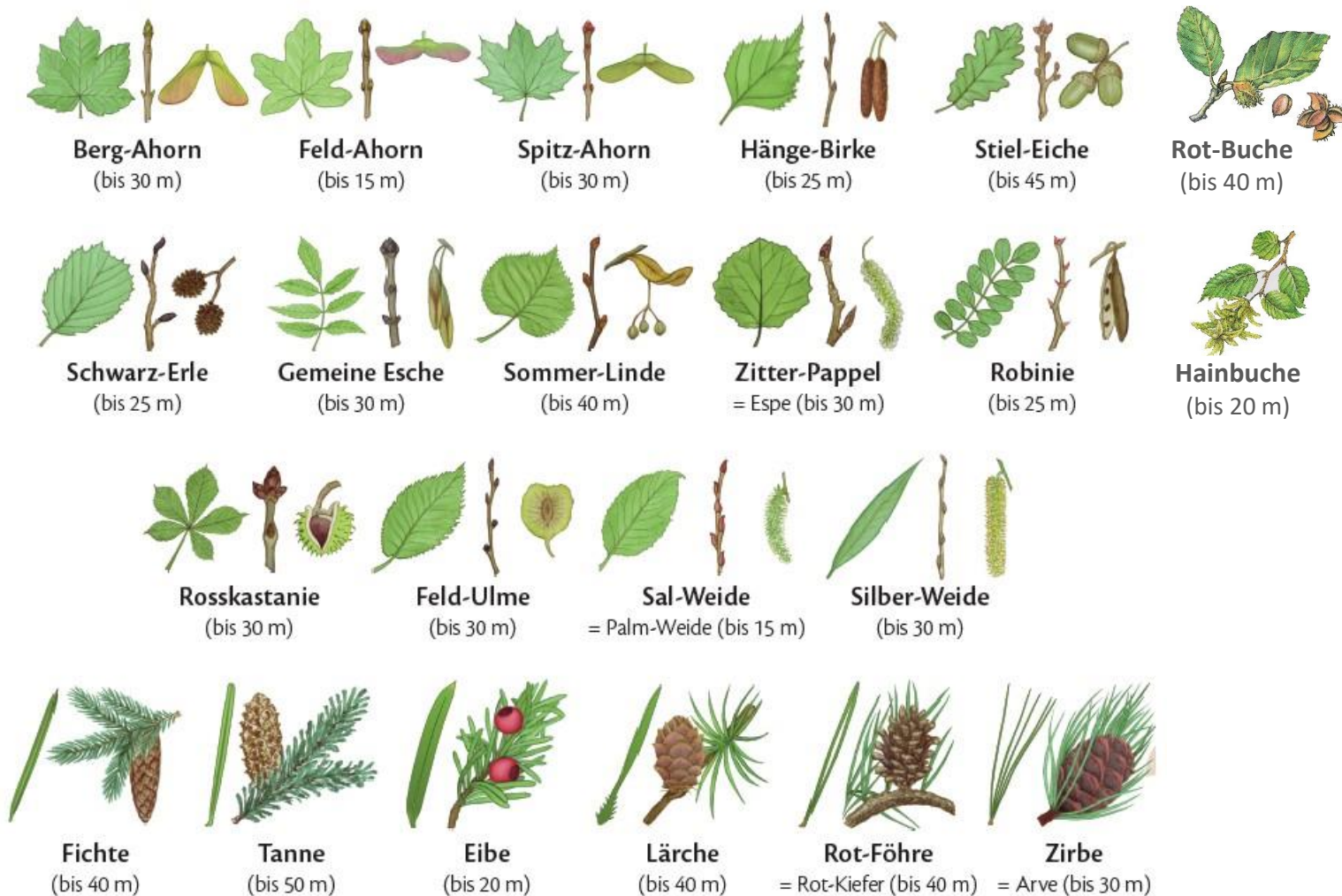


Abbildung 8 Heimische Baumarten

(Quelle: Waldspiele Steiermark: 9), (Wimmer 2001: 24 ff), (Spohn et al. 2015: 388 ff)

Informationen zu den heimischen Baumarten

Waldkarte Österreich

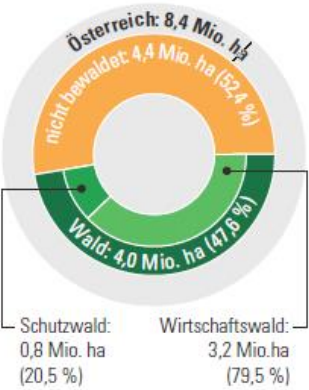
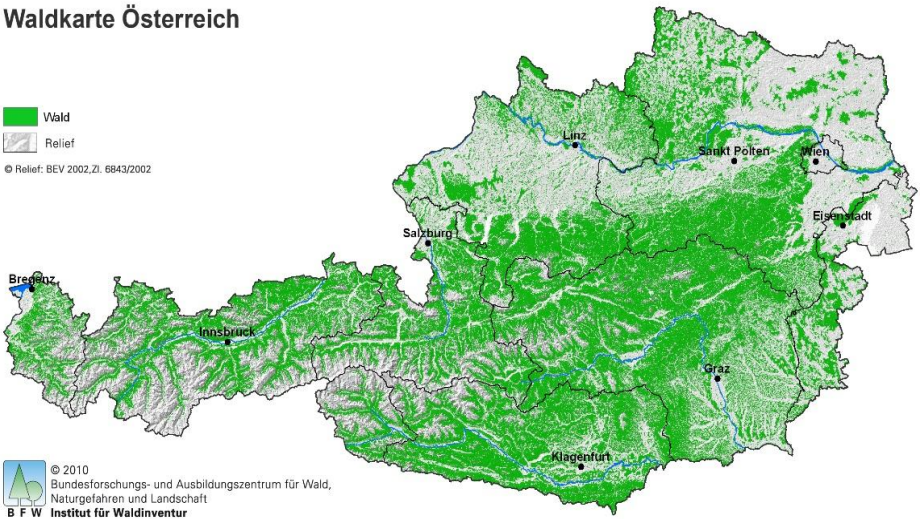


Abbildung 9 Waldflächenaufteilung in Österreich
(Quelle: BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2016a: 6)

Abbildung 10 Waldkarte Österreichs
(Quelle: BFW, <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl?cros=1>)

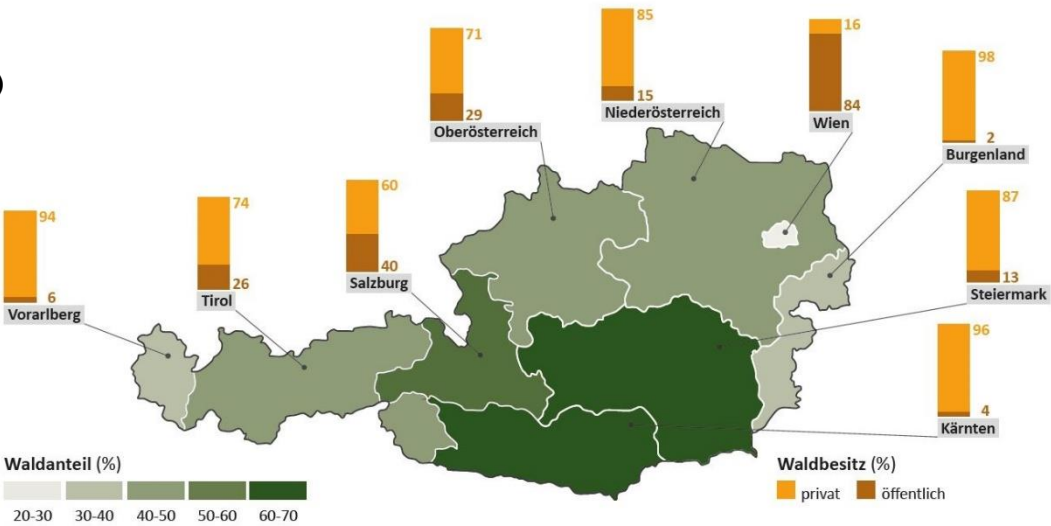


Abbildung 11 Waldbesitzverteilung in den Bundesländern
(Quelle: BFW - Bundesforschungszentrum für Wald 2016b)

Heimische Tierspuren

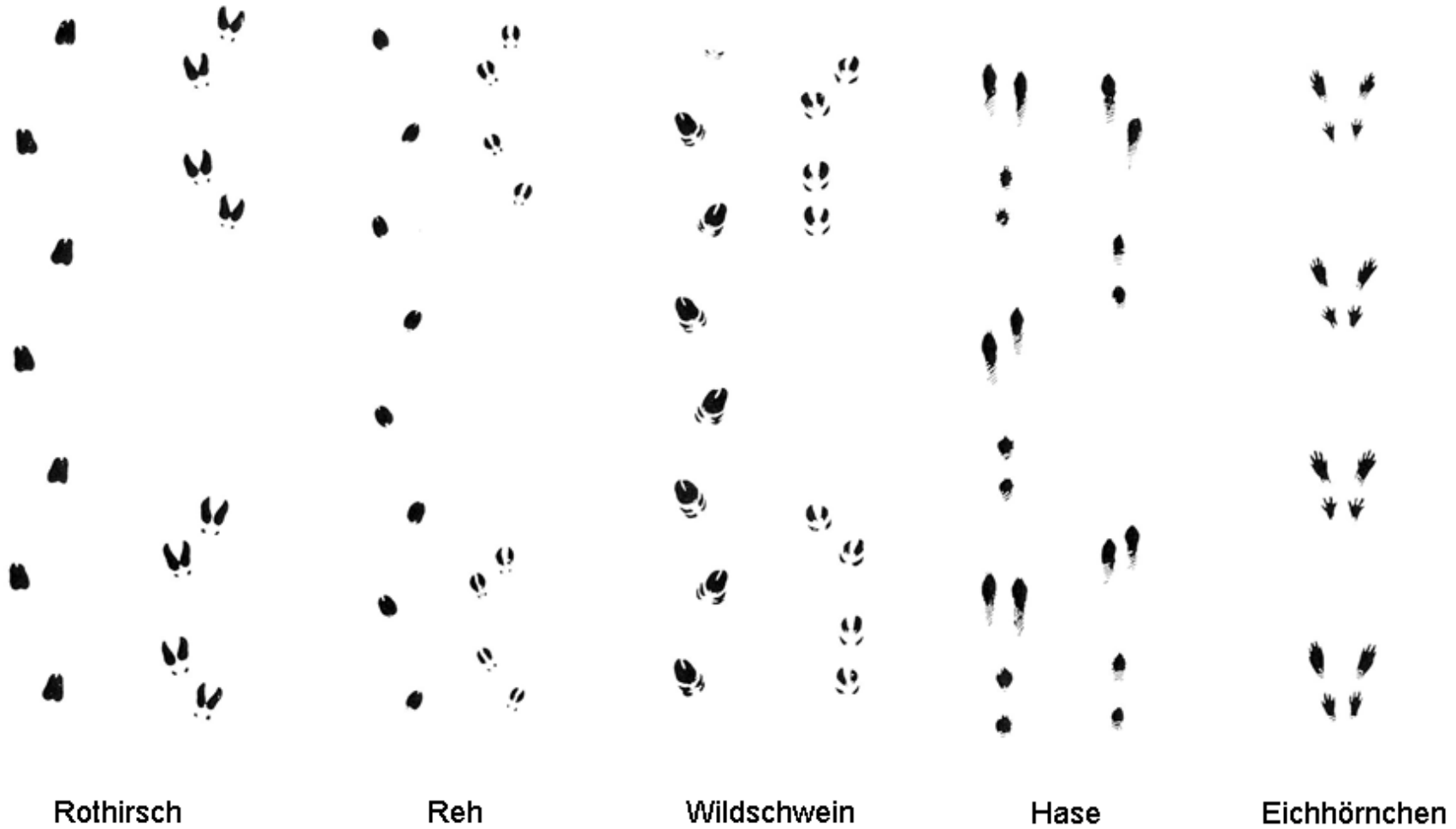


Abbildung 12 Waldtierspuren - Säugetiere
(Quelle: Hofmann 2007)



Fuchs



Dachs



Marder



Fuchs



Hund

Abbildung 13 Walddierspuren - Raubtiere
(Quelle: Hofmann 2007)



Auerhahn



Fasan



Stockente



Krähe



Abbildung 14 Walddtterspuren – Vögel
(Quelle: Hofmann 2007)

Ernteverfahren

- Vollmechanisierte Holzernte
- Teilmechanisierte Holzernte
- Nichtmechanisierte Holzernte

Vollmechanisierte Holzernte



Abbildung 15 Havester

(Quelle: https://www.deere.co.uk/assets/images/common/products/wheeled-harvesters/1470g/harvester_wheeled_1470g_large_67129f851d50bfba0692351e9687c0ac8240303.jpg)

PRO:

CONTRA:

Teilmechanisierte Holzernte



Abbildung 17 Fällung
(Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 16 Seilwinde mit Traktor
(Quelle: <https://www.tyroremotes.de/wp-content/uploads/2015/11/forstseilwinde-funk.jpg>)

PRO:

CONTRA:

Nichtmechanisierte Holzernte



PRO:

CONTRA:

Naturschutz

"Naturschutz wird heute als Gesamtheit der Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der natürlichen Lebensgrundlagen (Naturgüter), von Pflanzen und Tiere wildlebender Arten und ihrer Lebensgemeinschaften sowie zur Sicherung von Landschaften und Landschaftsteilen in ihrer Vielfalt und Eigenart definiert" (Wegner 1997: 92)

Gesetzliche Maßnahmen:

„Dieses Landesgesetz hat zum Ziel, die heimische Natur und Landschaft in ihren Lebens- oder Erscheinungsformen zu erhalten, sie zu gestalten und zu pflegen und dadurch dem Menschen eine ihm angemessene bestmögliche Lebensgrundlage zu sichern (öffentliches Interesse am Natur- und Landschaftsschutz).

Durch dieses Landesgesetz werden insbesondere geschützt:

- 1. das ungestörte Wirkungsgefüge des Naturhaushaltes (Ablauf natürlicher Entwicklungen);*
- 2. der Artenreichtum der heimischen Pflanzen-, Pilz- und Tierwelt (Artenschutz) sowie deren natürliche Lebensräume und Lebensgrundlagen (Biotopschutz);*

3. die Vielfalt, Eigenart, Schönheit und der Erholungswert der Landschaft;

4. Mineralien und Fossilien;

5. Naturhöhlen und deren Besucher.“ (Amt der Oö. Landesregierung 2015: 17 f)

Die Zugehörigkeit in der Europäischen Union verpflichtet ebenfalls, EU-Richtlinien in den Naturschutz umzusetzen. Dazu zählen:

- Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
- Vogelschutzrichtlinie
- Wasserrahmenrichtlinie.

Interessensdreieck

Notizen:

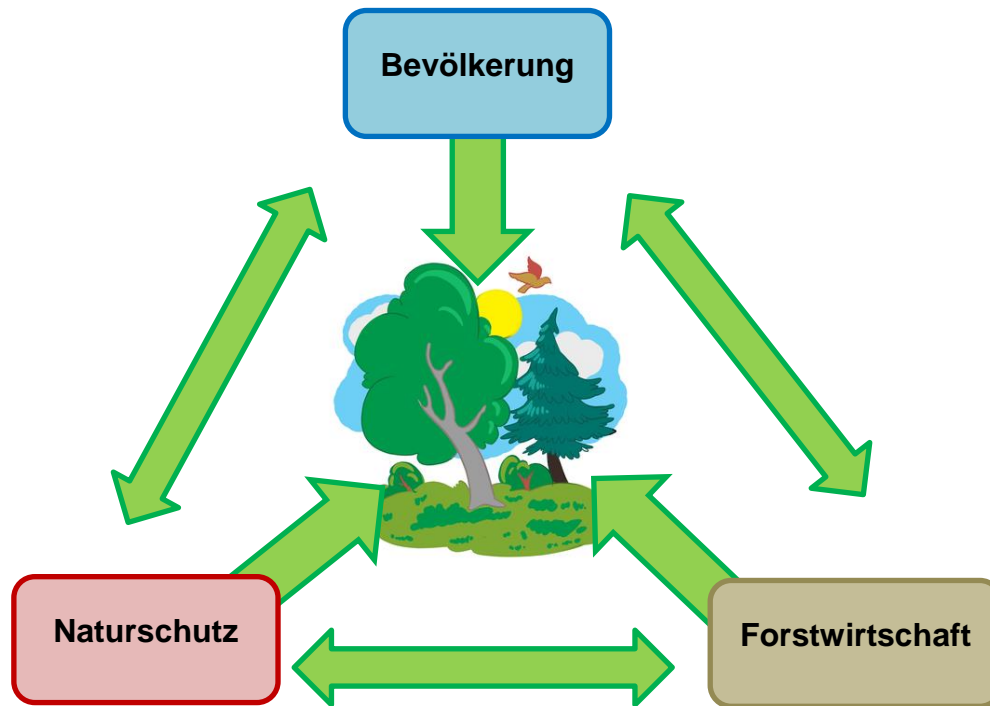


Abbildung 18 Interessensdreieck am Ökosystem Wald

(Quelle: eigene Darstellung, Clipart Wald: <https://www.clipartsfree.de/clipart-bilder-galerie/pflanzen-bilder-clipart/wald-cartoon,-bild,-illustration,-clip-art-9869.html>

11.10.2018)

Forschungstagebuch

Beobachtungsbogen:

Datum:

ForscherIn:

Mach dir Notizen!

Was hast du alles mit deinen Füßen wahrgenommen:

Was hast du gerochen:

Was hast du geschmeckt:

Was hast du gehört:

Wie hat es sich für dich angefühlt nichts zu sehen?

Wie war für dich diese Erfahrung?

Forschungsbogen – Fläche 1

Datum:

ACHTUNG: Beschreiben, NICHT bewerten!

Beschreibung erste Fläche:

Wo befindet sich Fläche 1:

Wie sehen die Bäume aus?

Welche Bäume wachsen auf dieser Fläche?

Wie dicht stehen die Bäume?

Wie hell ist es dort?

Sind weitere Pflanzen vorzufinden?

Sind Stockwerke zu erkennen?

**Gibt es Bäume in unterschiedlichen Wachstumsstadien?
(Sprössling, Jungbaum, mittelstarker Baum, starker Baum)**

Forschungsbogen – Fläche 2

Datum:

ACHTUNG: Beschreiben, NICHT bewerten!

Beschreibung erste Fläche:

Wo befindet sich Fläche 1:

Wie sehen die Bäume aus?

Welche Bäume wachsen auf dieser Fläche?

Wie dicht stehen die Bäume?

Wie hell ist es dort?

Sind weitere Pflanzen vorzufinden?

Sind Stockwerke zu erkennen?

**Gibt es Bäume in unterschiedlichen Wachstumsstadien?
(Sprössling, Jungbaum, mittelstarker Baum, starker Baum)**

Forschungsbogen – Skizze

Hier kannst du eine Skizze von beiden Flächen anfertigen!

Fläche 1:

Fläche 2:

Forschungsbogen – Vergleich

Datum:

ACHTUNG: Beschreiben, NICHT bewerten!

Vergleich der beiden Flächen miteinander:

Unterschiede zwischen Fläche 1 und 2:

Aussehen der Bäume?

Unterschiedliche Arten?

Wie dicht stehen die Bäume?

Unterschied Helligkeit?

Gibt es Unterschiede bezüglich Stockwerke?

Vermutungen:

Wieso unterscheiden sich beide Flächen voneinander?

Rollenspiel:

Deine Rolle:

Argumente für deine Rolle:

Notizbereich:

Skizzen:

9.3.6 Rollenspiel

Beschreibung der Rollen

Podiumsrollen	
<p>Du bist die/der Tourismus-ChefIn Du bist der Meinung, dass der Mountainbike Wegenetz dem Ort viel Geld bringen würde.</p>	<p>Du bist ein Anrainer Du bist der Meinung, dass sehr viele Leute angelockt werden würden und du willst diese nicht im Ort haben</p>
<p>Du bist die/der WaldbesitzerIn Die Gefahren die für Radfahrer herrschen sind für dich zu hoch und hast die Befürchtung, dass du dafür haftbar gemacht werden kannst.</p>	<p>Du bist ein/e HolzfällerIn Die Gefahren die für Radfahrer herrschen sind für dich zu hoch und hast die Befürchtung, dass du dafür haftbar gemacht werden kannst.</p>
<p>Du bist ein/e OrtsbewohnerIn Du bist der Meinung, dass die Radfahrer mehr Geld in den kleinen Ort bringen würden und dadurch mehr Geschäfte sich ansiedeln.</p>	<p>Du bist die/der Wirtschaftsbundobman/frau Du bist der Meinung, dass die Radfahrer mehr Geld in den kleinen Ort bringen würden und dadurch mehr Geschäfte sich ansiedeln.</p>

<p>Du bist ein/e</p> <p>NaturschützerIn</p> <p>Du bist der Meinung, dass das Gebiet indem das Mountainbike Wegenetz geplant ist zu wertvoll ist und ein totales Betretungsverbot ausgesprochen werden soll.</p>	<p>Du bist die/der</p> <p>BürgermeisterIn</p> <p>Du bist hin und her gerissen. Du erkennst den Mehrwert den das Wegenetz bringen würde aber auch die negativen Aspekte die dieses mit sich bringen würde.</p>
<p>Du bist die/der</p> <p>Mountainbiker und Anrainer</p> <p>Du bist ein Befürworter des Wegenetzes!</p>	<p>Du bist ein/e</p> <p>OrtsbewohnerIn</p> <p>Du bist hin und her gerissen. Du würdest den positiven Aspekt der Ortsbelebung gut finden, jedoch der wohltuende Erholungseffekt des Waldes würde verloren gehen.</p>

Beratungsrollen

Du bist die/der

BeraterIn – Tourismus-ChefIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

NachbarIn - Anrainers

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist die/der

BeraterIn - WaldbesitzerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

BeraterIn - HolzfällerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

BeraterIn - OrtsbewohnerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist die/der

BeraterIn -

Wirtschaftsbundobman/frau

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

<p>Du bist ein/e</p> <p>BeraterIn - NaturschützerIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>	<p>Du bist die/der</p> <p>BeraterIn - BürgermeisterIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>
<p>Du bist die/der</p> <p>BeraterIn - Mountainbiker und Anrainer</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>	<p>Du bist ein/e</p> <p>BeraterIn - OrtsbewohnerIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>

Beratungsrollen

Du bist die/der

BeraterIn - TourismuschefIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

NachbarIn - Anrainers

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist die/der

BeraterIn - WaldbesitzerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

BeraterIn - HolzfällerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist ein/e

BeraterIn - OrtsbewohnerIn

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

Du bist die/der

BeraterIn - Wirtschaftsbundobman/frau

Erarbeitet gemeinsame gute
Argumente, die ihr in der
Plenarsitzung vortragen könnt.

<p>Du bist ein/e</p> <p>BeraterIn - NaturschützerIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>	<p>Du bist die/der</p> <p>BeraterIn - BürgermeisterIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>
<p>Du bist die/der</p> <p>BeraterIn - Mountainbiker und Anrainer</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>	<p>Du bist ein/e</p> <p>BeraterIn - OrtsbewohnerIn</p> <p>Erarbeitet gemeinsame gute Argumente, die ihr in der Plenarsitzung vortragen könnt.</p>