



Waldpädagogische Bildungsmodule

für die Sekundarstufe zu den Themen
Forstwirtschaft, Artenvielfalt, Boden und Klima

Erarbeitet und erprobt von der
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald
Landesverband Brandenburg e. V.



„Wissenschaft macht Schule“ ist ein Teilprojekt von „**Plan Birke – forsch voran!**“

Inhalt

Einleitung.....	1
Vorstellung der Module.....	2
Didaktischer Aufbau der Module	3
Einführung in die Module.....	3
Hauptteil der Module.....	4
Abschluss und Evaluation	4
Modul 1: Forstwirtschaft	6
Ablaufplan Modul Forstwirtschaft	7
Block 1: Waldfunktionen	8
Block 2: Grundlagen der nachhaltigen Forstwirtschaft.....	9
Block 3: Waldinventur	10
Block 4: Durchforstung.....	14
Arbeitsblatt: Bestandserhebung	16
Arbeitsblatt: Holzerlös.....	18
Modul 2: Klima und Wald	19
Ablaufplan Modul Klima	20
Block 1: Was ist Klima?.....	21
Block 2: Klimawirkung Wald	23
Block 3: Wirkung des Klimawandels auf den Wald	27
Block 4: Reaktionsmöglichkeiten der Forstwirtschaft auf den Klimawandel.....	28
Arbeitsblatt: Berechnung der Klimaparameter.....	31
Arbeitsblatt: Berechnung des Kohlenstoffspeichers eines Einzelbaumes	32
Modul 3: Artenvielfalt	33
Ablaufplan Modul Artenvielfalt.....	34
Block 1: Was ist Artenvielfalt und was ist Biodiversität?	35
Block 2: Welche Arten gibt es bei uns im Wald?.....	39
Block 3: Wozu brauchen wir Artenvielfalt?.....	42
Block 4: Wie kann Forstwirtschaft die Artenvielfalt positiv beeinflussen?	44
Arbeitsblatt: Vegetationsaufnahme	46
Arbeitsblatt: Aufnahme von Bodenlebewesen	48

Modul 4: Boden	50
Ablaufplan Modul Boden	51
Block 1: Was ist Boden?	52
Block 2: Waldboden - Funktionen	53
Block 3: Gefährdung von Waldböden	55
Block 4: Bodenansprache	56
Arbeitsblatt: Bodenansprache.....	57

„Plan Birke - forsch voran!“ wurde im Rahmen des Waldklimafonds vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft finanziert. Projektträger ist die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Laufzeit: 01.01.2018 - 31.12.2020

Verbundpartner: Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften Finsterwalde e.V. (FIB),
Schutzgemeinschaft Deutscher Wald LV Brandenburg e.V. (SDW,) Landesbetrieb Forst
Brandenburg/LFE Eberswalde

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

EINLEITUNG

Im Projekt „**Plan Birke – forsch voran**“ untersuchten Forstwissenschaftler die Ökologie und Nutzungspotentiale von Birkenmischbeständen unter den Vorzeichen des globalen Klimawandels. Das Teilprojekt „Wissenschaft macht Schule“ machte diese Waldforschung für SchülerInnen erlebbar.

Die **vier ausgearbeiteten Bildungsmodule** widmen sich den Forschungsschwerpunkten **Forstwirtschaft, Klima, Artenvielfalt** und **Boden**. Alle Module sind handlungsorientiert und auf ein hohes Maß an Schüleraktivität ausgerichtet. Die SchülerInnen lernen auf der Fläche forstwissenschaftliche Messgeräte und Methoden kennen und nutzen diese vor Ort zur eigenständigen Datenaufnahme. In der anschließenden Auswertung werden die Ergebnisse auf aktuelle Forschungsfragen angewendet. Die Module sind inhaltlich in sich abgeschlossen, bilden jedoch gerade erst im Verbund ein aussagekräftiges Ergebnis, sodass die Durchführung aller Module empfehlenswert ist. Die Projekttage richten sich an SchülerInnen der Sekundarstufe und fanden auf den Untersuchungsflächen des Projekts statt, sind prinzipiell aber in jedem größeren Waldbestand durchführbar.

Im vorliegenden Bericht sind die Bildungsmodule didaktisch so aufbereitet, dass sie von dritten durchgeführt werden können. Jedes der vier Module unterteilt sich in vier Themenblöcke. Zu jedem dieser Themenblöcke sind die einzelnen Aktionen mit Anleitungen, Ziele, Materialien und Hintergrundinformationen aufbereitet.

Die Dauer der Bildungsmodule ist anpassbar. Jedoch sollte die Mindestdauer auf der Fläche nicht unter 3 Zeitstunden liegen. Wir bieten für jedes Modul einen zusätzlichen Auswertungstermin in der Schule an. Die Auswertung in der Schule ist auf 90 Minuten angelegt.

VORSTELLUNG DER MODULE

Modul 1: Forstwirtschaft

Ziel ist eine Gesamtaufnahme des Waldbestandes auf einer unserer Forschungsflächen. Dafür messen wir Durchmesser und Höhen der Einzelbäume und berechnen daraus den stehenden Holzvorrat. Anhand der Ergebnisse ermitteln wir den möglichen finanziellen Gewinn durch Holzverkäufe, sowie den im Holz gespeicherten Kohlenstoff. Wir besprechen die Handlungsoptionen der forstlichen Bewirtschaftung unter verschiedenen Gesichtspunkten und planen eine mögliche Durchforstung des Bestandes.

Modul 2: Wald und Klima

Wald und Klima – eine besondere Beziehung auf allen Ebenen. Lokal erzeugt jeder Bestand sein eigenes Mikroklima. So ist es im Sommerwald meist kühler als im Offenland, im Winter ist es genau andersherum. Regional sorgt der Wald als Luft- und Wasserfilter für ein stabiles Klima und schützt uns vor Sturm, Überschwemmung und Lawinen. Auch global ist er aufgrund seiner langen Lebenszyklen eng mit der Klimaentwicklung verbunden. Seine Bäume produzieren Sauerstoff und speichern gleichzeitig Kohlenstoffdioxid, damit wirken unsere Wälder nachhaltig für eine stabile Atmosphäre. Auf unseren Untersuchungsflächen messen wir Wetterdaten und vergleichen sie mit anderen Standorten um den Einfluss der Bewaldung auf das Klima vor Ort zu verdeutlichen. Anhand eines Vergleichs mit langjährigen Datenreihen schlagen wir einen Bogen zu den Anpassungsmöglichkeiten unserer Wälder und auch den forstlichen Herausforderungen in der Bewirtschaftung unter den Vorzeichen sich ändernder Temperaturen und Niederschläge.

Modul 3: Artenvielfalt

Von allen terrestrischen Lebensräumen beherbergen Wälder die größte Artenvielfalt. In diesem Modul wollen wir überprüfen in wie weit dies auch für unsere Untersuchungsflächen zutrifft. Wir bestimmen Pflanzen und Insektenarten im strukturierten Forschungsdesign. Gemeinsam diskutieren wir die Hintergründe für das Vorkommen bzw. Fehlen bestimmter Arten und die Auswirkungen der Bestandesstruktur auf die Artenvielfalt und –verteilung. Anschließend berechnen wir anhand unserer Funde Zeigerwerte für die Diversität und vergleichen diese mit Werten anderer Ökosysteme.

Modul 4: Boden

Die Bedeutung des Bodens wird häufig unterschätzt. Und doch bestimmt er maßgeblich die Standorteigenschaften und damit auch die prägenden Pflanzengesellschaften. Am Bodenprofil nehmen wir eine Reihe von Messungen zur Bodendichte, chemischen Zusammensetzung, Korngröße und weiteren Kenngrößen vor und charakterisieren unsere Proben im Vergleich zu weiteren Waldstandorten. In weiterführenden Versuchen demonstrieren wir die Wasserspeicherkapazität des Bodens und seine Rolle als Kohlenstoffspeicher.

DIDAKTISCHER AUFBAU DER MODULE

Die Dauer der Bildungsmodule ist anpassbar. Jedoch sollte die Mindestdauer auf der Fläche nicht unter 3 Zeitstunden liegen. Zusätzlich bietet sich eine Nachbereitung von ca. 90 Minuten in der Schule an. Alle vier Bildungsmodule weisen einen sehr ähnlichen didaktischen Aufbau auf. Sie beinhalten eine Einführung in die jeweilige Thematik, einen Hauptteil, bestehend aus vier Themenblöcken und einen Abschluss und Evaluation. Da sich die Einführung in die Thematik und der Abschluss und Evaluation in allen Modulen sehr ähneln, wird der Ablauf in diesem Kapitel beschrieben, während der Hauptteil in den jeweiligen Modulen beschrieben wird.

Einführung in die Module

Die Module beginnen mit einer Einführungsrunde zum jeweiligen Thema. Hier dürfen sich alle Teilnehmenden (TN) äußern, was sie zu dem Thema bereits wissen. Größere Lücken werden gegebenenfalls von der Leitung aufgefüllt. Dies hat den Zweck, dass die Leitung sich einen Überblick verschaffen kann, was an Vorwissen bereits da ist und dadurch die TN an ihrem jeweiligen Wissensstand abgeholt werden können.

In der Einleitung wird darauf eingegangen, warum die Birke und der jeweilige Themenschwerpunkt bedeutsam ist. Die Einleitung für alle Module könnte in etwa so aussehen:

Ein Grund warum die Birke für die Öffentlichkeitsarbeit bezüglich des Waldes und seinen notwendigen Schutz gut geeignet ist, ist, dass Menschen die Birke mit ihrer weißen Rinde häufig kennen und zuordnen können. Ein weiterer Grund ist, dass die Birke in der Forstwirtschaft keine sogenannte Zielbaumart ist. Vielmehr wird sie oft als störend wahrgenommen und entnommen. Dabei hat die Birke eigentlich viele Vorteile. Insbesondere in der Umwandlung von Reinbeständen in klimastabile und diverse Mischwälder nimmt die Birke eine bedeutende, unterstützende Rolle ein. So trägt ihr Laub zur

Humusbildung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei und nachgewiesen erhöhen bereits wenige Birken in einem Kiefernreinbestand die Artenvielfalt maßgeblich. Wald und Klima sowie Klimaveränderungen stehen in enger Wechselbeziehung zueinander. Angesichts der großen Herausforderung der Klimakrise vor der die Menschheit aktuell steht ist es deshalb unerlässlich sich mit dem Thema Wald und Forstwirtschaft zu befassen.

Hauptteil der Module

Jedes der vier Module unterteilt sich nach der Einführung in vier Themenblöcke. Zu jedem dieser Themenblöcke sind die einzelnen Aktionen mit Anleitungen, Ziele, Materialien und Hintergrundinformationen aufbereitet. Die Themenblöcke sind in ihrem Aufbau aufeinander abgestimmt. Der erste Themenblock festigt allgemeines Wissen zum Thema, der zweite spezifisches Wissen zum Thema, der dritte zeigt komplexe Problemlagen auf und im vierten werden gemeinsame Lösungs- und Handlungsstrategien erarbeitet. Für alle Themenblöcke sind Zielstellungen, Abläufe, Materialien und Hintergrundwissen festgehalten. Die Themenblöcke innerhalb der Module, sowie die gesamten Module zeichnen sich durch eine hohe Diversität an Materialien, Methoden und Sozialformen aus. Von Gesprächen in der Gesamten Gruppe, bis hin zu arbeiten zu zweit oder in Kleingruppen an praktischen Aufgaben und Übungen.

Abschluss und Evaluation

Zum Abschluss eines Moduls wird mit den TN in eine Auswertung des Gelernten und Erfahrenen gegangen. Dadurch festigt sich das neu gewonnen Wissen. Vor allem soll in der Auswertung noch einmal darauf eingegangen werden, wie die TN selbst ins Handeln kommen und was sie konkret tun können, um die Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Wald und die Gesellschaft abzupuffern. Gleichzeitig soll ihr Interesse für die Waldwissenschaft geweckt werden und deren Bedeutung aufgezeigt werden. Denn durch wissenschaftliche Aufnahmen wird deutlich, dass schon kleinste Veränderung in Klima, Boden, Artenvielfalt und forstlichen Eingriffen große Auswirkungen auf das Ökosystem Wald und letztendlich auch auf den Menschen haben. Die TN werden gefordert, erleben die Arbeit der Forstwirtschaft und des Naturschutzes hautnah und werden im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zu einem zukunftsfähigen Denken und Handeln unter Berücksichtigung regionaler, nationaler und globale Aspekte befähigt.

Der Abschluss der Module kann wie folgt gestaltet werden:

Aktion	Inhalt	Material
Sammelrunde	TN und Leitung fassen die wichtigsten Ergebnisse des Tages zusammen	Redestab
Abschlussrunde	Alle TN äußern sich zu folgenden Fragen: Was habe ich neu gelernt? Was hat mich am meisten überrascht?	Redestab

Anleitung:

Abschlussrunde

Es bietet sich an, sich für die Sammel- und Abschlussrunden im Kreis zusammenzukommen, so dass sich jede*r sehen kann. Während es in der Sammelrunde ausreicht, wenn einige Freiwillige sich zu Wort melden, ist es in der Abschlussrunde für die Evaluation wichtig alle Stimmen einmal zu hören. Als Methode für den Redekreis bietet sich u.a. ein *Redestab* an. Dieser wandert von Person zu Person und gibt die Möglichkeit sich mitzuteilen ohne unterbrochen zu werden.

MODUL 1: FORSTWIRTSCHAFT

Inhalt:

Die Teilnehmenden (TN) lernen über die Bedeutung von einer nachhaltigen Forstwirtschaft sowie die Aufgaben eines Försters / einer Försterin diese umzusetzen kennen. Sie beschäftigen sich nacheinander mit folgenden Leitfragen:

1. Was sind die Waldfunktionen?
2. Was bedeutet nachhaltige Forstwirtschaft?
3. Wie funktioniert eine Waldinventur?
4. Wie werden Entscheidungen zur Durchforstung geführt?

Lernziel: Die TN vertiefen ihr Wissen über Nachhaltigkeit und nachhaltige Forstwirtschaft. Sie lernen den Wald und die Forstwirtschaft im Spannungsfeld der verschiedenen Waldfunktionen und Interessen kennen. Sie probieren sich selbst als FörsterInnen aus.

BNE-Kompetenzen:

- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen
- Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen
- Gemeinsam mit anderen planen und handeln können.
- Sich und andere motivieren können aktiv zu werden

Dauer: ca. 300 Minuten



Ablaufplan Modul Forstwirtschaft

Zeit in Minuten	Aktion	Inhalt	Material
10	Einführung	Einführung in das Thema Forstwirtschaft und Abfrage des bisherigen Wissensstandes der TN.	
15	Gespräch	Im gemeinsamen Gespräch werden die Funktionen des Waldes herausgearbeitet	-
20	Spiel: Alles im Eimer	Im Spiel werden konsequenzen einer nicht nachhaltigen Forstwirtschaft erlebbar gemacht.	3 Eimer, ca. 60 Kastanien, Eicheln, Steine oder ähnliches
10	Gespräch nachhaltige Forstwirtschaft	Im Gespräch wird herausgearbeitet, was eine nachhaltige Forstwirtschaft ausmacht.	
20	Messmethoden Einzelbaumvermessung	Die TN lernen den Brusthöhendurchmesser und die Höhe eines Baumes zu bestimmen. Sie errechnen in 4 Gruppen den Vorratsfestmeter (Vfm) für einen Einzelbaum.	Pro Gruppe: 1 Kluppe, 2 Umfangmaßbänder, 2 Metermaßbänder
60	Baumvermessung in Gruppen	Jede der vier Gruppen bekommt ein Gebiet von ca. 40x40m. Die Gruppen stecken ihr Gebiet ab und erkunden es. Danach vermessen sie den BHD aller Bäume und die Höhe von min. 3 Bäumen. Mit den Daten errechnen sie wie viel Vfm auf ihrer Fläche stehen.	Pro Gruppe: 1 Kluppe, 2 Umfangmaßbänder, 2 Metermaßbänder Flutterband, Arbeitsblätter Bestandeserhebung und Holzerlös
10	Spiel: Mischwald ist stabil	Das Spiel zeigt eindrücklich auf, dass ein Mischwald stabiler ist, als Monokulturen.	
30	Forstmarkierungsband, Flutterband	Vorstellung von Durchforstungsarten und anschließende Markierung der aus TN-Sicht zu entnehmenden Bäume in ihrem Gebiet.	Forstmarkierungsband, Flutterband
	Sammelrunde	TN und Leitung fassen die wichtigsten Ergebnisse des Tages zusammen	Redestab
	Abschlussrunde	Alle TN äußern sich zu folgenden Fragen: Was habe ich neu gelernt? Was hat mich am meisten überrascht?	Redestab

Block 1: Waldfunktionen

Ziel: Die Teilnehmenden verstehen, dass unser Wald verschiedene für uns wichtige Funktionen erfüllt.

Zeit: 15 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gespräch	Im gemeinsamen Gespräch werden die Funktionen des Waldes herausgearbeitet	-

Hintergrundwissen:

Waldfunktionen

Der Wald erfüllt aus Sicht des Menschen eine Vielzahl an Funktionen. Es wird klassischerweise unterteilt in die Nutzfunktion, die Schutzfunktion, die Erholungsfunktion. Dazu kommt noch die Bildungsfunktion.

Die Nutzfunktion beinhaltet insbesondere die Holznutzung. Dazu zählt die Verwendung von Holz als nachwachsenden Rohstoff, aber auch die Speicherung von Kohlenstoff im Holz. Weiterhin fällt unter die Nutzungsfunktion die Jagd. Der Nutzen der Jagd ist zum einen die Verwendung des Wildfleisches, zum anderen erfüllt die Jagd aber auch den wichtigen Zweck den Wildbestand zu regulieren, um eine naturnahe Vegetation zu garantieren. Durch das Wirken des Menschen gibt es kaum noch Prädatoren, die den Wildbestand regulieren. Das führt dazu, dass sich Wildbestände stark vermehren. Besonders Rehwild favorisiert als Nahrung die Triebe von Jungpflanzen, insbesondere von Laubbäumen. Dadurch ist in Gebieten mit hohem Wildbestand ein Waldumbau hin zu Mischwäldern mit hohem Laubbaumanteil kaum möglich.

Unter die Schutzfunktion fällt, dass der Wald als vielschichtiges Ökosystem Lebensraum vieler spezialisierter Tier- und Pflanzenarten, Pilzen und Mikroorganismen ist. Er schützt seine Bewohner, die auf ihn als Lebensraum zwingend angewiesen sind, indem er ihnen Nahrung, Wohnraum und Schutz vor Feinden bietet. Darüber hinaus bietet der Wald natürlichen Schutz vor Wasser- und Winderosion und fördert den Nährstoffkreislauf. Ein naturnaher Wald schützt den Boden außerdem vor Versauerung. Auch im Wasserkreislauf spielt der Wald eine wichtige Rolle. Er trägt durch Verdunstung zur Bildung neuer Wolken bei und ist dadurch ein natürlicher Wasserfilter sowie Wasserspeicher. Außerdem fungiert der Wald als Sicht-, Lärm und Immissionsschutz. Insbesondere seine Wirkung im Bereich des Klimaschutzes sind nicht zu unterschätzen. Der Wald ist durch sein eigenes Waldinnenklima eine natürliche Klimaanlage. Die umliegende Landschaft profitiert davon und ist die

bedeutendste Kohlenstoffsenke. Mehr Informationen hierzu sind dem Hintergrundwissen im Modul „Wald und Klima“ zu entnehmen.

Eine weitere Funktion des Waldes ist die Erholungsfunktion für die Menschen. Die Erholungsfunktion des Waldes hat viele Gesichter. Von sportlichen Aktivitäten, zu Familienausflügen bis zur Meditation. Menschen nutzen den Wald auf vielfältige Weise zur Erholung. Unlängst hat die Wissenschaft das Waldbaden als Gesundheitsvorbeugung und -therapie bekannt gemacht

Als klassische Waldfunktionen Nutz-, Schutz-, und Erholungsfunktion genannt. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Entfremdung des modernen, Technik-bestimmten Menschen von der Natur gewinnt eine vierte Säule der Waldfunktionen zunehmend an Bedeutung: die Bildungsfunktion! Im Rahmen von Wald-, Wildnis- oder Naturpädagogik wird der Wald zunehmend mehr als Lernort genutzt. All die genannten Funktionen sowie unterschiedlichen, berechtigten Interessen versucht die nachhaltige multifunktionale und naturnahe Waldwirtschaft zu berücksichtigen.

➔ *Quelle und mehr Informationen unter: <https://www.sdw-remms-murr.de/mein-wald/waldfunktionen/>*

Block 2: Grundlagen der nachhaltigen Forstwirtschaft

Ziel: Die TN lernen die Risiken einer nicht nachhaltigen Forstwirtschaft und lernen die Grundlagen der nachhaltigen Forstwirtschaft kennen.

Zeit: 30 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Spiel: Alles im Eimer	In drei Gruppen aufgeteilt stehen die TN hinter im Dreieck angeordneten Eimern. Ein Eimer steht für den Menschen, einer für den Wald und einer für die Zeit. In allen dreien ist die identische Anzahl an Kastanien. Das Spiel funktioniert nun, als eine Art Staffellauf auf Zeit mit dem Ziel möglichst viele Kastanien zu sammeln. Es ist eine gute Einleitung zum Thema der Nachhaltigkeit und nachhaltigen Forstwirtschaft im Allgemeinen.	3 Eimer, ca. 60 Kastanien, Eicheln, Steine oder ähnliches
Gespräch nachhaltige Forstwirtschaft	Im Gruppengespräch wird herausgearbeitet, wie eine nachhaltige Forstwirtschaft funktioniert. Auch die in Block 1 diskutierten Waldfunktionen werden hier wieder mit aufgegriffen.	

Anleitungen:Spiel "Alles ist im Eimer"

In drei Gruppen aufgeteilt stehen die TN hinter denen im Dreieck angeordneten Eimern. Ein Eimer steht für den Menschen, einer für den Wald und einer für die Zeit. In allen dreien ist die identische Anzahl an Kastanien. Das Spiel funktioniert nun als eine Art Staffellauf. Jeweils ein TN der Gruppe Wald darf sich eine Kastanie aus dem Eimer der Zeit holen. Sobald diese Kastanie in dem eigenen Eimer gelandet ist, darf der nächste TN der Gruppe loslaufen. Die Gruppe der Zeit darf sich ebenfalls jeweils eine Kastanie bei der Gruppe der Menschen holen. Der Mensch jedoch darf sich jeweils zwei Kastanien bei dem Wald holen. Die genannten Aufträge werden im geheimen vergeben und keine Gruppe weiß vorher was die jeweils andere für einen Auftrag hat. Es wird auf Zeit gespielt (ca. 10 Min) und das Ziel ist es am Ende so viele Kastanien wie möglich im eigenen Eimer zu haben.

Das Ergebnis ist, dass der Mensch deutlich mehr Kastanien hat als vorher, der Wald deutlich weniger und die Zeit etwa gleich Viele. Im Anschluss wird mit den TN besprochen, warum es zu diesem Unverhältnis gekommen ist und ob diese Ungleichgewicht auch in der Realität besteht. Eine weitere wichtige Frage in der Nachbesprechung ist, wie das Unverhältnis aufgelöst werden kann. So gelingt die Überleitung zur nachhaltigen Forstwirtschaft. Der Mensch darf nicht mehr entnehmen, als nachwachsen kann, damit der Wald seine Funktionen weiterhin erfüllen kann und es auch für künftige Generationen noch Wald mit seinen wichtigen Funktionen gibt.

Hintergrundwissen:Nachhaltige Forstwirtschaft

Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft ist die gleichrangige Beachtung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales). Denn das Ziel einer nachhaltigen Nutzung des Waldes erfordert die gleichgewichtige Verbindung wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit mit ökologischer Verantwortung und sozialer Gerechtigkeit.

Block 3: Waldinventur

Ziel: Die Teilnehmenden lernen die als Aufgaben und Methoden des Försters / der Försterin eine Inventur des Waldes zu erstellen.

Zeit: 80 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Messmethoden Einzelbaumvermessung	<p>Um dem Anspruch der nachhaltigen Forstwirtschaft gerecht zu werden, darf nicht mehr entnommen werden, als nachwachsen kann. Dazu ist es essentiell zu wissen, wie viel sogenannte Vorratsfestmeter vorhanden sind. Diesen berechnet man nach folgender Formel: $V_{fm}=G+h+F$.</p> <p>Die TN lernen den Brusthöhendurchmesser und die Höhe eines Baumes zu bestimmen. Sie errechnen in 4 Gruppen den Vfm für einen Einzelbaum.</p>	<p>Pro Gruppe:</p> <p>1 Kluppe, 2 Umfangmaßbänder, 2 Metermaßbänder</p>
Baumvermessung in Gruppen	<p>Jede der vier Gruppen bekommt ein Gebiet von ca. 40x40m (Größe in Abhängigkeit der Baumbestockung, min 20 Bäume sollten darauf sein). Die Gruppen stecken ihr Gebiet ab und erkunden es. Danach vermessen sie den BHD aller Bäume und die Höhe von min. 3 Bäumen. Diese Daten tragen sie in das Arbeitsblatt Bestandenserhebung ein und errechnen auf Basis dieser Daten, den Vfm ihres Gebietes.</p>	<p>Pro Gruppe:</p> <p>1 Kluppe, 2 Umfangmaßbänder, 2 Metermaßbänder ggf. Flatterband oder ähnliches zum Abstecken der Gebiete, Arbeitsblätter Bestandenserhebung und Holzerlös</p>

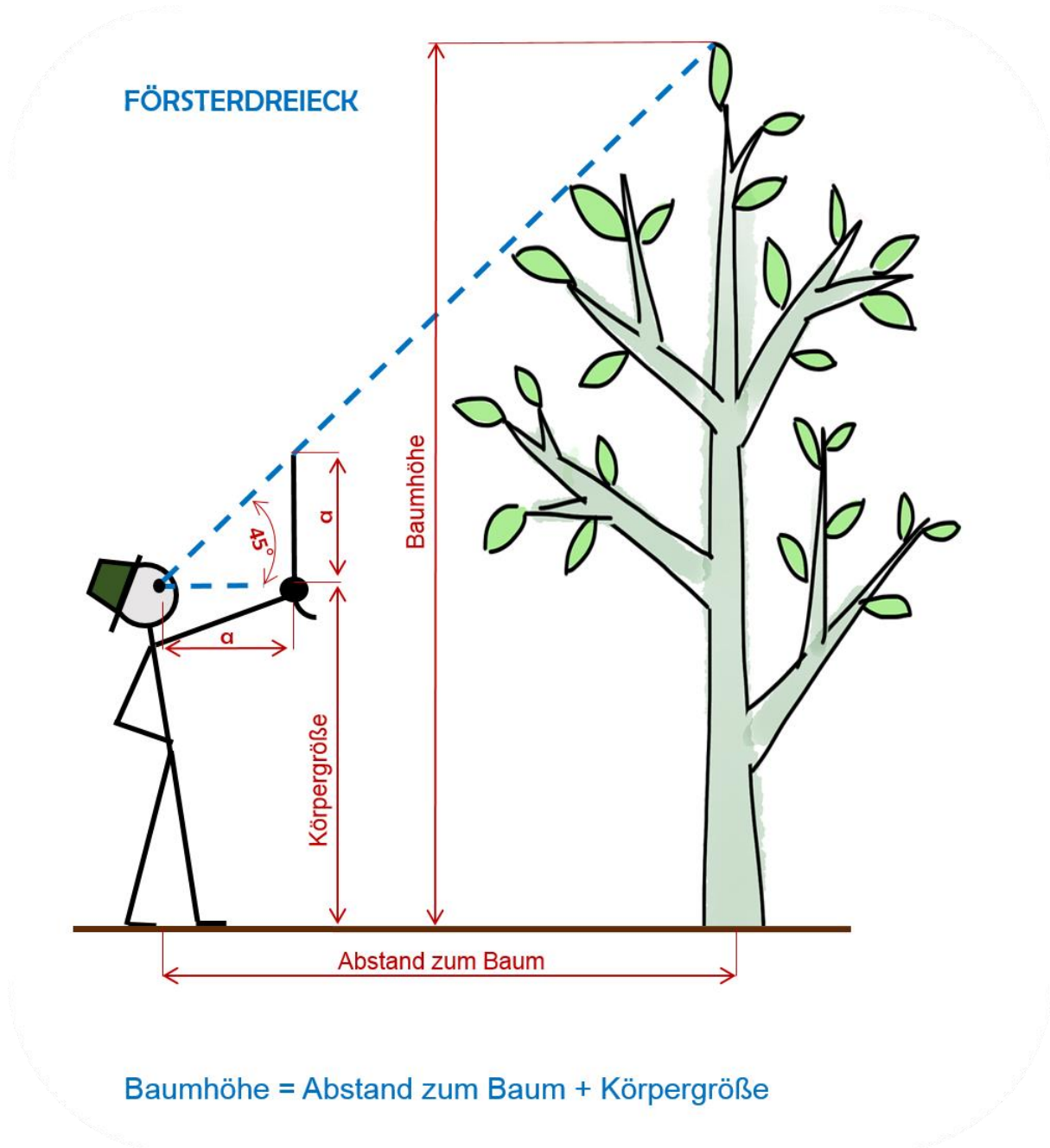
Anleitungen:**Vermessen eines Baumes**Vermessen des Brusthöhendurchmessers (BHD)

Der BHD wird auf 1,3m Höhe des Baumes gemessen. Dazu einfach mit dem Maßband 1,3m ausmessen und an dieser Stelle das Durchmessermaßband anlegen.

Vermessen der Baumhöhe mittels Försterdreieck

Das Försterdreieck, auch Spazierstock-Methode genannt ist eine Methode, um die Höhe von Bäumen relativ genau zu schätzen. Wie die Abbildung des Försterdreiecks zeigt liegen die Streckenverhältnisse des Strahlensatzes zugrunde. Es ist nichts weiter notwendig als ein Maßband und ein Stock der eigenen Armlänge oder etwas länger.

1. Der Stock wird am eigenen Arm angelegt und so gekürzt oder kenntlich gemacht, dass er der eigenen Armlänge entspricht. Anschließend wird der Stock mit ausgestrecktem Arm Senkrecht gehalten. Dabei ist die Hand auf Augenhöhe zu halten.
2. Mit dem gehaltenen Stock auf Augenhöhe wird so lange rückwärts vom Baum weggegangen, bis die Stockspitze mit der Spitze des Baumes auf einer Linie liegt.
3. Nun muss die Strecke vom eigenen Standpunkt bis zum Baum ausgemessen werden und um die eigene Augenhöhe addiert werden. Daraus ergibt sich die Höhe des Baumes.



Berechnung der Vorratsfestmeter (Vfm) eines Baumes Die Vorratsfestmeter geben den Holzvorrat eines stehenden Baumes an. Ein Festmeter entspricht dabei einem Kubikmeter (m³) Holzmasse. Die Formel für den Holzvorrat eines Baumes ist:

Volumen = Grundfläche*Höhe*Formzahl

$$V_{fm} = \pi/4 * d^2 * H * 0,4$$

- Vfm = Vorratsfestmeter (m³): Der Vorrat (Masse) wird in Festmetern angegeben, wobei zwischen Vorratsfestmetern (Vfm) und Erntefestmetern (Efm) zu unterscheiden ist. Vfm beinhalten alles stehende Holz (Derbholzvolumen mit Rinde), Efm verbleiben nach dem Entasten und Entrinden der Stämme als verkaufsfähige Masse. Der Abzug liegt je nach Baumart, Alter und Bonität etwa zwischen 15 und 25%.
- G = Die Grundfläche: bezeichnet die Querschnittsfläche auf Brusthöhendurchmesser, also wenn man den Baum auf 1,3m Höhe abschneidet ($G = \pi/4 * d^2$). Wichtig bei Anleitung: Die Durchmesser werden in Metern eingeben, 30cm = 0,3m
- F = Bestandesformzahl: Die Volumenberechnung von Baumstämmen ist angelegt an die Berechnung einer Walze. Der Baum verdünnt sich jedoch von unten nach oben. Die Multiplikation mit der Formzahl gleicht diese sogenannte Abholzigkeit der Stämme aus und fällt bei unterschiedlichen Baumarten verschieden aus. Im Beispiel wird mit bei 0,4 gerechnet.
- H = Höhe

Hintergrundwissen:

Wald – oder Forstinventur

Eine Wald- oder auch Forstinventur wird durchgeführt, um großräumige Waldverhältnisse und zu messen und in seiner Qualität der Erfüllung der vielfältigen Waldfunktionen zu bewerten Dabei werden Daten zu Baumarten, Altersstrukturen, Holzvorräte, Biotopbäumen u.v.m. erfasst. Da nicht jeder Baum vermessen werden kann, wird eine Inventur stichprobenartig durchgeführt. Wird eine Inventur in bestimmten Zeitintervallen wiederholt können Aussagen über die Waldentwicklung, also über den Holzzuwachs und zu den Veränderungen seiner Eigenschaften, etwa zum Gesundheitszustand getroffen werden. Die größte Inventur ist die Bundeswaldinventur, die seit 1997 in regelmäßigen Abständen nach einem einheitlichen Erhebungsverfahren deutschlandweit den Zustand der Wälder aufzeigt. Eine Inventur ist gleichermaßen für Forstbetriebe, für Waldbesitzende sowie für Politiker die Informations- und Entscheidungsgrundlage.

➔ Mehr Informationen gibt es in der fünfminütigen ZDF- Dokumentation unter folgendem Link:
<https://www.zdf.de/dokumentation/terra-x/der-deutsche-wald-100.html>

Block 4: Durchforstung

Ziel: Die TN bekommen einen Einblick anhand welcher Kriterien die Forstwirtschaft im Spannungsfeld der verschiedenen Waldfunktionen agiert.

Zeit: 40 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Spiel: Mischwald ist stabil	Das Spiel zeigt eindrücklich auf, dass ein Mischwald stabiler ist, als Monokulturen. Dazu stehen alle TN eingehakt im Kreis und werden zu verschiedenen Bäumen, die für verschiedene Schadenereignisse anfällig sind. Die Spielleitung erzählt nun eine Geschichte im Jahresverlauf. Immer wenn ein TN glaubt, der eigene Baum ist davon schwer betroffen knickt er ein, wird aber von den umstehenden weniger betroffenen Bäumen gehalten. Danach wird das Ganze mit nur einer Baumart wiederholt und alle knicken ein.	
Forstmarkierungsband, Flatterband	Es werden die Z-Baum-Durchforstung und die Niederdurchforstung vorgestellt. In Kleingruppen bekommen die TN anschließend ein Waldstück zugeteilt, in dem sie mit Forstmarkierungsband markieren dürfen, welche Bäume sie bei welcher Durchforstungsart entnehmen würden. Abschließend stellen die Gruppen ihre Arbeit vor.	Forstmarkierungsband, Flatterband

Anleitungen:

Spiel: Mischwald ist stabil

Das Spiel zeigt eindrücklich auf, dass ein Mischwald stabiler ist, als Monokulturen. Dazu stehen alle TN mit den Armen eingehakt im Kreis und werden zu verschiedenen Bäumen, die für verschiedene Schadereignisse anfällig sind. Die Spielleitung erzählt nun eine Geschichte im Jahresverlauf. Immer wenn ein TN glaubt, der eigene Baum ist davon schwer betroffen knickt er ein, wird aber von den umstehenden weniger betroffenen Bäumen gehalten. Danach wird das Ganze mit nur einer Baumart wiederholt und alle knicken ein.

Durchforstungsübungen

Die TN bekommen in Kleingruppen ein Waldstück zugeteilt. In diesem schreiten sie ein Gebiet von 30 Schritten Breite und 30 Schritten Länge ab sowie markieren die Grenzbäume ihres Gebietes u.a. mit Flatterband. Anschließend dürfen sie in ihrem Gebiet gemeinsam überlegen welche Bäume bei einer Z-Baum-Durchforstung und welche bei einer Niederdurchforstung bei der nächsten Durchforstung entnommen werden sollten. Diese Bäume markieren sie mit dem Forstmarkierungsband. Anschließend stellen die Gruppen ihre Gebiete vor und erklären warum sie sich wie entschieden haben. Zum Abschluss der Einheit wird über die Vor- und Nachteile beider Varianten gesprochen.

Anleitung Z-Baum- Durchforstung

Eure Aufgabe ist die Z-Baum-Durchforstung. Dabei werden sogenannte Ziel- bzw. Zukunftsbäume ausgewählt, die besonders gefördert werden sollen. Diese sollten sich durch eine hohe Vitalität und Wuchsleistung auszeichnen. Achtet dabei auf einen möglichst geraden Stammverlauf und einen hohen Durchmesser. Markiert die Z-Bäume mit Forstkreide. Um den Z-Bäumen die besten Wuchsbedingungen zu ermöglichen müssen die sogenannten Bedränger entnommen werden. Markiert dafür die schwächeren umstehenden Bäume, welche Stamm- bzw. Kronenwachstum der Z-Bäume einschränken.

Anleitung Niederdurchforstung

Eure Aufgabe ist es das Waldstück so zu durchforsten, wie es im Privatwald weit verbreitet ist: Ziel ist die Entnahme der abgestorbenen und unterdrückten Bäume (schwache Niederdurchforstung). Markiert dazu alle abgestorbenen und im Vergleich sehr schwachen Bäume mit farbigem Markierband.

Arbeitsblatt: Bestandeserhebung



Wir wollen herausfinden wie viel Holzmasse in den Bäumen auf eurer Teilfläche vorhanden ist. Der Vorrat eines Waldbestandes kann nach folgender Formel ermittelt werden: **Vfm= G x F x H**

Die einzelnen Buchstaben bedeuten dabei folgendes:

- Vfm = Vorratsfestmeter (m^3): Der Vorrat (Masse) wird in Festmetern angegeben, wobei zwischen Vorratsfestmetern (Vfm) und Erntefestmetern (Efm) zu unterscheiden ist. Vfm beinhalten alles stehende Holz (Derbholzvolumen mit Rinde), Efm verbleiben nach dem Entasten und Entrinden der Stämme als verkaufsfähige Masse. Der Abzug liegt je nach Baumart, Alter und Bonität etwa zwischen 15 und 25 %.
- G = Grundfläche (m^2): Die Grundfläche wird aus der Summe der Kreisflächen aller Bäume in der Brusthöhe je Hektar gebildet. Praktisch kann man sich das so vorstellen: Würde man in einem Waldbestand auf einem Hektar alle Bäume in Brusthöhe (1,3 m über dem Boden) abschneiden und alle so entstandenen Schnittflächen zusammenzählen, erhält man die Grundfläche. Errechnet wird die Grundfläche über den Durchmesser der Bäume ($G=\pi/4*d^2$). Der Durchmesser von Bäumen wird mit der Kluppe bzw. dem Durchmessermaßband und stets auf standardisierter Brusthöhe (1,3m) gemessen.
- F = Bestandesformzahl: Die Volumenberechnung von Baumstämmen ist angelegt an die Berechnung einer Walze. Der Baum verdünnt sich jedoch von unten nach oben. Die Multiplikation mit der Formzahl gleicht diese sogenannte Abholzigkeit der Stämme aus und liegt für unsere Fläche bei 0,4.
- H = Bestandesmittelhöhe (m): Die Höhe von Einzelbäumen ist im Bestand aufwendig zu bestimmen. Deshalb nutzt man für die Vorratsermittlung die gemittelte Höhe von mindestens drei repräsentativen Bäumen, welche das Hauptkronendach bilden. D.h. es werden drei Bäume vermessen, welche die Mehrheit der Bäume gut abbildet ($H= h1 + h2 + h3 + \dots / n$)

→ **Eure Aufgabe:** Berechnet den Holzvorrat auf eurer Fläche. Dazu braucht ihr die Durchmesser aller Bäume. Ein*e Schüler*in notiert die Ergebnisse. Zwei Schüler*innen messen gemeinsam mit der Kluppe die Durchmesser und geben die Ergebnisse unter Angabe von Baumnummer und Baumart an den Schreiber weiter. Ein*e Schüler*in misst parallel weitere Durchmesser mit dem Maßband. Zwei Schüler*innen ermitteln per Spazierstockmethode mindestens drei repräsentative Baumhöhen. Wenn ihr fertig seid, bearbeitet die weiterführenden Aufgaben zu Holzerlös.

Bestandesmittelhöhe berechnen

h1 (m) =

h2 (m) =

h3 (m) =

Anzahl gemessene Höhen (n) =

Bestandesmittelhöhe (H) = $h1 + h2 + h3 + \dots / n =$ _____ m

Bestandserhebung

Nr.	Baum-Nr.	Baumart	Durchmesser (m)	Bestandesmittel-höhe (m)	Volumenfestmeter (Vfm= $\pi/4*d^2*H*0,4$)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Holzvorrat Teilfläche in Vorratsfestmetern (Vfm)

_____ m³

Die wichtigste Vergleichseinheit bzw. Bezugsgröße in der Forstwirtschaft ist der Hektar. Wieviel Holzvorrat in Vfm befindet sich in einem Hektar Waldfläche mit der gleichen Bestockung und Bestandeshöhe wie eure Versuchsfläche?

Holzvorrat Hektar in Vorratsfestmetern (Vfm)

_____ m³

Arbeitsblatt: Holzerlös



Der Holzvorrat (Masse) wird in Festmetern angegeben, wobei zwischen Vorratsfestmetern (Vfm) und Erntefestmetern (Efm) zu unterscheiden ist. Vfm beinhalten alles stehende Holz (Derbholzvolumen mit Rinde), Efm verbleiben nach dem Entasten und Entrinden der Stämme als verkaufsfähige Masse. Der Abzug liegt je nach Baumart, Alter und Bonität etwa zwischen 15 und 25 %. Für unsere Berechnungen gehen wir von einem gemittelten Wert von 20% aus.

Erntefestmeter (Efm) Teilfläche:

$$E(\text{fm}) = \text{Vfm} - (\text{Vfm}/100 * 20):$$

Aufgrund des geringen Alters unseres Bestandes, lässt sich das Holz zur Zeit nur als Brenn- oder Industrieholz verkaufen.

→ *Berechnet anhand des derzeitigen Holzvorrates den maximalen Erlös für die beiden Sortimenten, wenn das Waldstück komplett geerntet werden würde.*

Durchschnittliche Erlöse für Birkenholz der Jahre 2004 bis 2010 nach Sortimenten. Industrieholz und Brennholz von ForstBW. Stammholzpreise von Laubholzsubmissionen in Deutschland und Österreich.

Sortiment	Durchschnittspreis
Industrieholz	30 EUR/Efm
Stammholz L3 Güte B	80 EUR/Efm

Für Edelläuhölzer wie z.B. der Buche liegen die Preise in allen Sortimenten ca. 25% darüber.

→ **Aufgabe:** *Wie viel Erlös gäbe euer Waldstück Stand jetzt?*

Industrieholz: _____ Euro

Stammholz: _____ Euro

Gesamtwert: _____ Euro

MODUL 2: KLIMA UND WALD

Inhalt:

Die Teilnehmenden (TN) beschäftigen sich in Gesprächen und praktischen Übungen nacheinander mit folgenden Leitfragen:

1. Was ist Klima
2. Klimawirkung Wald
3. Wirkung Klimawandel auf den Wald
4. Reaktionsmöglichkeiten der Forstwirtschaft auf den Klimawandel

Lernziel:

Die Teilnehmenden (TN) vertiefen ihr Wissen über die Wechselwirkungen zwischen Wald, Klima und Klimawandel sowie der Bedeutung und Möglichkeiten der Forstbewirtschaftung.

BNE-Kompetenzen:

- Gestaltungskompetenz 1: Weltoffen und erlangen neue Perspektive integrierend Wissen aufbauen
- Gestaltungskompetenz 3: interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen
- Gestaltungskompetenz 4: Risiken, Gefahren und Unsicherheiten erkennen und abwägen können

Dauer: ca. 300 Minuten



Ablaufplan Modul Klima

Zeit in Minuten	Aktion	Inhalt	Material
10	Einführung	Die TN werden an ihrem jeweiligen Wissensstand abgeholt und erfragt, was sie zu dem Thema "Wald und Klima" wissen. Der Begriff Klima wird definiert und vom Begriff Wetter abgegrenzt. Weiterhin werden hier das erste Mal Wechselwirkungen von Mensch, Wald und Klima angerissen.	
20	Treibhausgasspiel	Die TN empfinden in dieser Aktion auf spielerische Art und Weise den Treibhausgaseffekt sowie den anthropogenen Treibhausgaseffekt nach.	Seile zur Spielfeldabgrenzung, Darstellung der Sonne und eine der Erde
20	Messen von Klimaparametern	Die TN sammeln Klimaparameter und messen in Gruppen den Wind, die Temperatur, den Lichteinfall und ggf. die Luftfeuchte außerhalb des Waldes und danach innerhalb des Waldes. Auf Basis der Ergebnisse wird das Waldinnenklima besprochen.	wenn vorhanden Anemometer, Luxmeter, Arbeitsblatt Klimavariablen
40	Datenaufnahme Vermessung Baum & Berechnung von Kohlenstoffspeicher	Die TN vermessen in Gruppen die Höhe und den Brusthöhendurchmesser (BHD) eines Baumes. Anhand dieser Daten wird berechnet, wie viel Kohlenstoff der jeweilige Baum ca. speichert. Dieser Wert wird in Verhältnis gesetzt zu u.a. einer Flugzeugreise. Anschließend werden die Ergebnisse diskutiert.	Umfangmaßband, Taschenrechner und Arbeitsblatt Kohlenstoffspeicher, oder Tablet mit dem Arbeitsblatt
10	Gesprächsrunde: Klimawandelfolgen für den Wald	Die TN überlegen gemeinsam was für Folgen Klimaveränderungen auf das Ökosystem Wald bereits bemerkbar sind und zukünftig erscheinen könnten.	ggf. Bilder Auswirkung KW auf Wald
10	Sammelrunde und Gespräch	Im Gespräch wird gesammelt wie die Forstwirtschaft auf den Klimawandel reagieren kann	
30	Durchforstungsübung	Vorstellung von Durchforstungsarten und anschließende Markierung der aus TN-Sicht zu entnehmenden Bäume in ihrem Gebiet.	Forstmarkierungsband, Flatterband
	Abschlussrunde	Alle TN äußern sich zu folgenden Fragen: Was habe ich neu gelernt? Was hat mich am Meisten überrascht?	Redestab

Block 1: Was ist Klima?

Ziel: Die TN stimmen sich auf das Thema Wald und Klima ein. Sie erfahren was unter dem Begriff Klima zu verstehen ist und wie menschliche Aktivitäten es beeinflussen.

Zeit: 30 Min.

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gespräch zur Einleitung	Die TN werden an ihrem jeweiligen Wissensstand abgeholt und erfragt, was sie zu dem Thema "Wald und Klima" wissen. Der Begriff Klima wird definiert und vom Begriff Wetter abgegrenzt. Weiterhin werden hier das erste Mal Wechselwirkungen von Mensch, Wald und Klima angerissen.	
Treibhausgasspiel	Die TN empfinden in dieser Aktion auf spielerische Art und Weise den Treibhausgaseffekt sowie den anthropogenen Treibhausgaseffekt nach. Es wird klar, warum mehr Treibhausgase zu einer Erwärmung der Erdoberfläche führen.	Seile oder Rucksäcke zur Spielfeldabgrenzung, optional eine Darstellung der Sonne und eine der Erde

Anleitungen:

Treibhausgasspiel

Zu Beginn wird eine Start- und eine Ziellinie in ca. 10 Meter Entfernung voneinander abgesteckt. Alle TN stellen sich als Sonnenstrahlen an der Startlinie auf. Je nach Gruppengröße werden ein oder zwei Fänger ausgewählt, die sich zwischen Start- und Ziellinie bewegen dürfen und Kohlendioxidmoleküle darstellen. Die Sonnenstrahlen gelangen von der Startlinie (Sonne) aus ungehindert durch die Kohlendioxidmoleküle auf die Ziellinie (Erde). Hier angekommen, drehen sich die TN um und verwandeln sich in kurzweilige Wärmestrahlen. Diese werden nun wieder von der Erde in Richtung Atmosphäre reflektiert. D.h. die TN müssen von der Erde wieder zur Sonne kommen. Nur diesmal dürfen die Fänger versuchen sie zu fangen. Die Gefangenen müssen wieder zurück zur Erde. Da hier mehr Wärmestrahlen bleiben, wird es auf der Erde wärmer. In der nächsten Runde dürfen sich alle TN wieder frei bewegen. Das Spiel ist halbwegs ausgeglichen. Nun dürfen die TN Mensch spielen und mehr Treibhausgase in die Atmosphäre bringen. Dadurch werden mehr TN gefangen genommen, müssen zurück zur Erde und als Resultat erwärmt sich die Erde deutlich.

Hintergrundwissen:

Was ist Wetter und was ist Klima?

Wetter ist ein atmosphärischer Zustand an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit. Dieser Zustand wird anhand von meteorologischen Größen wie Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Wind, Wolkenbedeckung etc. beschrieben. Das Wetter wird von Wetterlagen wie Hoch – und Tiefdruckgebieten beeinflusst, die sich schnell ändern können. Dementsprechend ist das Wetter nur für wenige Tage im Voraus vorhersagbar.

Klima ist das durchschnittliche Wetter, einschließlich Extremwerte über einen längeren Zeitraum (mindestens 30 Jahre) an einem bestimmten Ort. Langfristige Klimavorhersagen sind kompliziert, da viele Faktoren wie u.a. Luft, Ozeane, Eisschilde in den Polarregionen, Pflanzen, Böden, und Mensch und deren jeweilige Wechselwirkungen mitbedacht werden müssen. Deswegen sind Klimaprognosen immer nur Modelle.

Was sind Klimavariablen?

- Temperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftdruck
- Wind
- Licht

Der Treibhausgaseffekt

Der Treibhausgaseffekt ist ein natürlicher Prozess ohne den es auf der Erde eine Temperatur von ca. – 18° C hätte. Der Treibhauseffekt ist für die Entwicklung des Lebens auf der Erde also maßgeblich gewesen. Seit Beginn der Industrialisierung haben durch das Wirken des Menschen in Industrienationen, die Treibhausgase in der Atmosphäre drastisch zugenommen. Deswegen unterscheidet man heute in den natürlichen Treibhausgaseffekt und den menschengemachten Treibhausgaseffekt.

Der natürliche Treibhausgaseffekt

Die Sonne strahlt kurzwellige Sonnenstrahlung auf die Erde. Die Erde reflektiert die Strahlung als langwellige Wärmestrahlung zurück. Die natürlich vorhandenen Treibhausgase in der Atmosphäre absorbieren einen Teil der Wärmestrahlung und reflektiert ihn wiederum zurück zur Erde. Durch diesen als Treibhausgaseffekt bezeichneten Vorgang wird die Erde erwärmt. Bäume und Meere etc.

nehmen beständig das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid auf, bzw. wandeln es um und geben es wieder ab.

Der menschengemachte Treibhausgaseffekt

Seit Beginn der Industrialisierung ist durch menschliche Aktivität der Anteil an Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas in der Atmosphäre drastisch gestiegen. Dadurch kann weniger Wärmestrahlung aus der Atmosphäre entweichen und in der Konsequenz verändert sich das Weltklima. Es wird es auf der Welt wärmer.

Block 2: Klimawirkung Wald

Ziel: Die TN erfahren, dass es im Wald ein eigenes Waldinnenklima gibt und was es ausmacht. Weiterhin verstehen die TN dass Wald und Klima in diversen Wechselwirkungen zueinander stehen.

Zeit: 80 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Messen von Klimaparametern	Die TN sammeln Klimaparameter und messen in Gruppen den Wind, die Temperatur, den Lichteinfall und ggf. die Luftfeuchte außerhalb des Waldes und danach innerhalb des Waldes. Diese werden in das <i>Arbeitsblatt Klimavariablen</i> eingetragen Wenn keine Messgeräte vorhanden sind, kann die Aktion auch über die eigene Wahrnehmung der Parameter erfolgen. Auf Basis der Ergebnisse wird das Waldinnenklima besprochen.	wenn vorhanden Anemometer, Luxmeter, Arbeitsblatt Klimavariablen
Datenaufnahme Vermessung Baum & Berechnung von Kohlenstoffspeicher	Die TN nehmen in Gruppen die Höhe eines Baumes mit Hilfe des Försterdreiecks auf und vermessen den Brusthöhendurchmesser (BHD). Anhand dieser Daten wird im <i>Arbeitsblatt Kohlenstoffspeicher</i> berechnet, wie viel Kohlenstoff der jeweilige Baum ca. speichert. Dieser Wert wird in Verhältnis gesetzt zu u.a. dem CO ₂ Ausstoß einer Flugzeugreise.	Umfangmaßband, Taschenrechner und Arbeitsblatt Kohlenstoffspeicher, oder Tablet mit dem Arbeitsblatt
Besprechen der aufgenommenen Daten	Die aufgenommenen Daten werden besprochen.	

Anleitungen:

Siehe Anleitung „Vermessen eines Baumes“ im Modul Forstwirtschaft (ab Seite 11).

Hintergrundwissen:Klimawirkung Wald

Das Ökosystem Wald hängt sehr stark vom Klima ab, gleichzeitig wirkt es aber auch auf das Klima zurück. Beide Systeme stehen miteinander in einer Wechselbeziehung.

Es existieren verschiedene Definitionen, verschiedene Ideen, was ein Wald können und sein muss, aber in einem sind sich alle einig: Ein Wald ist mehr als eine Ansammlung von Bäumen. Wenn die Bäume so dicht und so zahlreich stehen, dass man von einem Wald spricht entwickelt sich ein für den Wald typisches Innenklima.

Das Waldinnenklima im Vergleich zum Offenland:

1. Weniger Wind
2. Weniger Temperatur
3. Weniger Lichteinfall
4. Höhere Luftfeuchte und Wasserspeicher
5. Luftfilter
6. Kohlenstoffspeicher

1. Weniger Wind

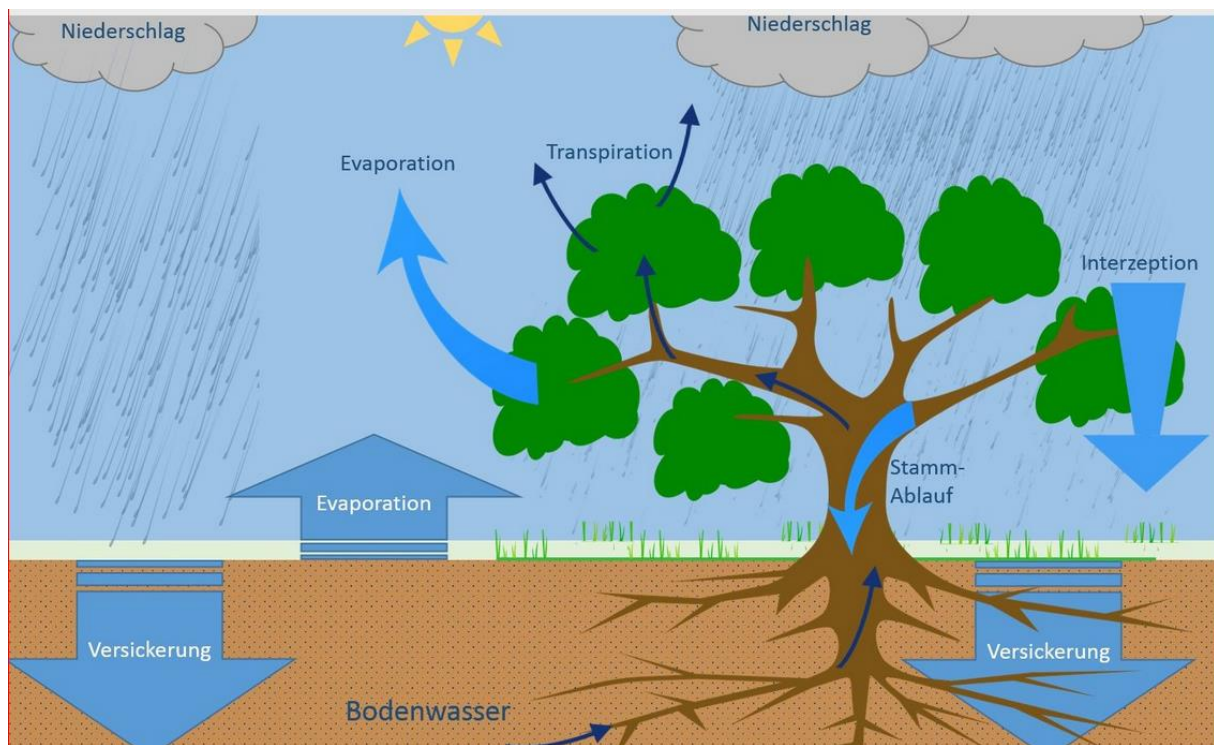
Wind und Luftbewegung werden generell am Waldrand gebremst. Im Wald ist dadurch weniger Luftbewegung zu verzeichnen und auch hinter dem Wald entsteht eine Zone mit Windschatten. Dadurch fungiert der Wald als Erosionsschutz. Dieser Effekt wird zusätzlich verstärkt da die Wurzeln den Boden halten.

2. Weniger Temperatur und 3. Weniger Lichteinfall

Das Blätterdach der Wälder schützt den Waldboden vor direkter Sonneneinstrahlung und Austrocknung. Es funktioniert wie eine Isolationsschicht. Im Wald ist es deswegen schattiger und im Sommer können Unterschiede von 3° bis 6°C gegenüber dem Freiland, und 4° bis 8°C gegenüber von Städten eintreten. Große zusammenhängende Waldflächen in der Nähe von Städten beeinflussen das Klima positiv. Die Temperaturunterschiede zwischen Wald und Stadt bewirken einen ständigen Luftaustausch und der Wald hat im Sommer eine kühlende Wirkung auf seine unmittelbare Umgebung. Im Winter hingegen ist es wärmer im Wald. Der Wald hat demnach eine Pufferwirkung, die dienlich für Tiere und Pflanzen des Waldes ist.

4. Höhere Luftfeuchte und Wasserspeicher

Der Wald nimmt eine wichtige Rolle im Wasserkreislauf ein. Wenn es auf einen Wald regnet, wird der Regen zuerst vom Kronendach aufgenommen. Erst wenn dieses gesättigt ist, gelangt das Wasser auf den Waldboden. Ein Teil des Wassers verdunstet von dort wieder (Evaporation), ein Teil versickert nun und kann den Bodenwasserspeicher auffüllen. Ein anderer Teil wird über die Feinwurzeln des Baumes aufgenommen. Bei der Transpiration durch die Bäume wird das von den Wurzeln aufgenommene Wasser zum Teil wieder über die Krone abgegeben. Bei der sogenannten Interzeption verdunstet Wasser direkt aus dem Kronenraum. Durch die Kondensation des abgegebenen Wassers bilden sich Wolken, welche für Nachschub von weiteren Niederschlägen sorgen. Diese Prozesse machen den Wasserkreislauf aus. Etwa 70% des Niederschlages im Wald gehen an die Atmosphäre zurück. Dadurch ist der Wald ein wichtiger Bestandteil des natürlichen Wasserkreislaufes sowie des globalen und regionalen Klimas.



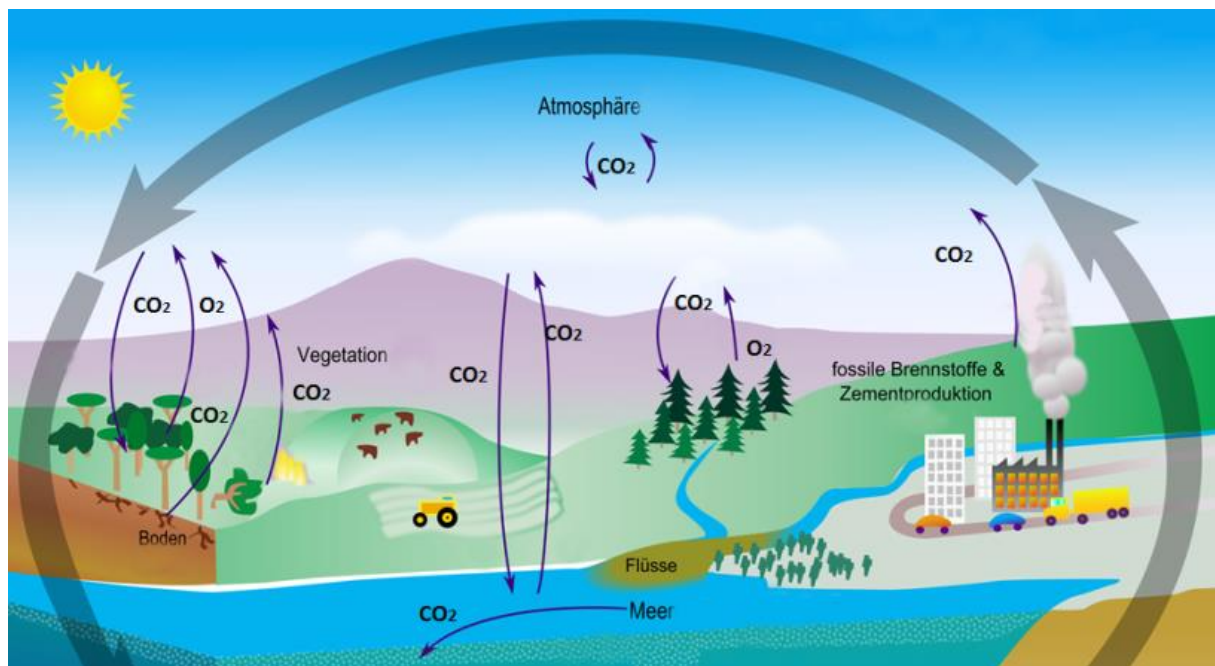
5. Luftfilter und Sauerstoffproduzent

Mit dem Vorgang der Photosynthese produzieren Bäume als Abfallprodukt den für alle lebensnotwendigen Sauerstoff. Außerdem filtern Bäume die Luft. Gasförmige Verunreinigungen werden von den Pflanzen direkt aufgenommen, während Verunreinigung wie Staub und Ruß sich auf den Blättern und Nadeln absetzen. Diese werden beim nächsten Regen wieder abgewaschen.



6. Kohlenstoffspeicher

Während des Vorgangs der Fotosynthese nehmen Bäume Kohlendioxid aus der Luft und Wasser aus dem Boden auf. Mit Hilfe der Sonnenenergie wird dieses in Zucker umgewandelt. Der Kohlenstoff wird also gespeichert, während das Abfallprodukt Sauerstoff wieder abgegeben wird. Der Kohlenstoff bleibt im Holz gebunden und wird erst wieder freigegeben, wenn der Baum verrottet oder verbrennt. Daneben speichert auch der Waldboden viel Kohlenstoff. Der Wald ist der größte terrestrische Kohlenstoff-Speicher.



Nachhaltige Forstwirtschaft

Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft ist die gleichrangige Beachtung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales). Denn das Ziel einer nachhaltigen Nutzung des Waldes erfordert die gleichgewichtige Verbindung wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit mit ökologischer Verantwortung und sozialer Gerechtigkeit.

Block 3: Wirkung des Klimawandels auf den Wald

Ziel: Die TN erfahren wie sich der Klimawandel auf den Wald auswirkt.

Zeit: 10 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gesprächsrunde: Klimawandelfolgen für den Wald	Die TN überlegen gemeinsam was für Folgen Klimaveränderungen auf das Ökosystem Wald bereits bemerkbar sind und zukünftig erscheinen könnten. Die Leitung ergänzt. Wenn mehr Zeit ist kann anschließend nach sichtbaren Klimawandelfolgen im Wald gesucht -, oder alternativ einige Bilder gezeigt werden.	ggf. Bilder Auswirkung KW auf Wald

Hintergrundwissen:

Das globale Klima ist schon seit Urzeiten Schwankungen unterlegen. Niemals zuvor jedoch, hat sich das Klima so schnell geändert, wie seit Beginn der Industrialisierung. Durch den vermehrten Anteil an Treibhausgasen in der Atmosphäre, verstärkt sich der Treibhausgaseffekt und das Klima erwärmt sich merklich - mit deutlichen Folgen für die Natur und den Menschen.

Seit dem Beginn der Industrialisierung im 18. Jahrhundert hat sich die Zusammensetzung der Atmosphäre durch die Emissionen von Treibhausgasen verändert. Diese von Menschen verursachte Erwärmung verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zu einem spürbaren, schnelleren Wandel des Klimas. Die daraus resultierende, beschleunigte Erderwärmung wirkt sich erheblich auf Mensch und Natur aus. Im Folgenden werden die Folgen für den Wald erklärt.

Der phänologische Frühling beginnt im Vergleich zu 1950 heute deutlich früher. Zeichen für den phänologischen Frühlingsbeginn sind z.B. die Blüte der Apfel-, Kirsch-, Birnen-, oder Pflaumenbäume. Eine Studie des Bundesamtes für Naturschutz und der Deutschen Wetterdienstes zeigt auf, dass von 1951-2009 die Blüte des Apfelbaums um 10 Tage verfrüht hat (1,7 pro Jahrzehnt). Eine weitere Studie,

des Hamburger Forsythien-Kalenders bildet ab, dass die Forsythien (Goldflieder) innerhalb von 50 Jahren 26 Tage früher blühen.

Wenn sich Entwicklungsprozesse in der Natur dermaßen verschieben, können Nahrungsketten zusammenbrechen und die Artenvielfalt ist in Gefahr. Ein Beispiel dafür sind Zugvögel. So kehrt der Trauerschnäpper normalerweise zum Insekten Hochpunkt zurück - nun kommt er häufig zu spät. Auch der Kuckuck kommt zu spät zurück, um Wirtsvögel zu finden, da diese bereits früher anfangen zu brüten. Ein weiteres Beispiel ist die Bestäubung. 60-80% der Wildpflanzen und 35% der weltweiten Agrarproduktion hängen von Bestäubung ab. Wenn diese zu spät kommt, kann das fatale Folgen haben - etwa auf die Nahrungsmittelsicherheit.

Eine weitere Problematik ist, dass die längeren Vegetationsphasen den Wasserbedarf erhöhen. Dies fällt unglücklicherweise mit einer Veränderung der Niederschlagsmuster zusammen, welche seltener und dafür heftiger ausfallen.

Durch die höheren Temperaturen kommt es zu einer verstärkten Verdunstung über die Blätter. Somit kommt weniger Wasser am Boden an. Weiterhin bringt die Veränderung des Niederschlagsmusters häufig weniger Niederschläge im Frühling und Sommer, dafür aber mehr Starkregenereignisse und mehr Niederschläge im Winter. Das fehlende Wasser in der Wachstumsphase der Pflanzen führt zu sogenannten Trockenstress. Gestresste Bäume wiederum sind anfälliger für Schadenereignisse jeglicher Art. Insbesondere Waldbrände und Sturmschäden haben zugenommen. Auch für Schädlingsbefall werden die Bäume anfälliger. Gleichzeitig können sich wärmeliebende Insektenarten stark vermehren und auch neue Schädlingsarten wie der Asiatische Laubholzbockkäfer kommen hinzu. Die genannten Faktoren verstärken sich gegenseitig. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Klimawandel den Wald schwächt.

Block 4: Reaktionsmöglichkeiten der Forstwirtschaft auf den Klimawandel

Ziel: Die TN bekommen einen Einblick anhand welcher Kriterien der Forst bewirtschaftet und wie die Forstwirtschaft auf die Klimaveränderungen reagieren kann.

Zeit: 40 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Sammelrunde und Gespräch	Im Gespräch wird gesammelt wie die Forstwirtschaft auf den Klimawandel reagieren kann	

Durchforstungsübung	Es werden die Z-Baum-Durchforstung und die Niederdurchforstung vorgestellt. In Kleingruppen bekommen die TN anschließend ein Waldstück zugeteilt, in dem sie mit Forstmarkierungsband markieren dürfen, welche Bäume sie bei welcher Durchforstungsart entnehmen würden. Abschließend stellen die Gruppen ihre Arbeit vor.	Forstmarkierungsband, Flatterband
---------------------	--	-----------------------------------

Anleitung:

Siehe Anleitung „Durchforstungsübungen“ im Modul Forstwirtschaft (Seite 15).

Hintergrundwissen:Wie können Wälder an den Klimawandel angepasst werden?

Wälder können sich selbst anpassen. So „wandern“ Bäume automatisch mit der Veränderung der klimatischen Bedingungen an ihren Standorten, aber das ist ein sehr langsamer Prozess. Diesen kann die Forstwirtschaft unterstützen. Ziel sind naturnahe, standortgerechte, klimastabile und resiliente Mischwälder. Dabei haben sowohl unbewirtschaftete Wälder, als auch bewirtschaftete Wälder ihre Berechtigung. Die Waldwirtschaft kann von Entwicklungen in unbewirtschafteten Wäldern lernen und u.a. folgende Maßnahmen ergreifen:

- Andere ggf. besser angepasste Baumarten einbringen (z.B. aus Südeuropa)
- Stabile Mischwälder erziehen (Stichwort Waldumbau)
- Angepasste Forstwirtschaft (Naturverjüngung zulassen, schonende Durchforstung etc.)
- Mehr Forstpersonal
- Vielfalt in Baumarten und Struktur (Alter etc.)
- Angepasstes Wildmanagement (Jagd)
- Nicht zu sehr aufräumen (Bedeutung Totholz für Artenvielfalt hervorheben)
- Privatwaldbesitzer müssen miteinbezogen werden

Exkurs: Bäume in Brandenburg

In Brandenburg sind über 70% aller Bäume Kiefern. Das heißt von vier Bäumen stehen drei Kiefern. Dieses Phänomen, dass nach dem zweiten Weltkrieg großflächig mit Kiefern aufgeforstet wurde. Die

Kiefer ist sehr schnellwüchsig, wächst auf nährstoffarmen Böden und braucht wenig Feuchtigkeit. Dafür ist sie sehr waldbrandgefährdet und stark schädlingsanfällig.

Die Kiefer steht häufig in Monokultur. Generell sind Mischwälder stabiler. Deswegen treibt Brandenburg den Waldumbau hin zu Mischwäldern voran. Aktuell gibt es in Brandenburg neben der Kiefer vor allem noch Eichen (6,7%) und Buchen (3,3%). Alle anderen Baumarten sind deutlich weniger vorhanden. So auch die Birke.

Dabei haben Birken eigentlich viele Vorteile. Insbesondere in der Umwandlung von Reinbeständen in klimastabile und diverse Mischwälder nimmt die Birke eine bedeutende Rolle ein. So begründet sie als anspruchslose Pionierbaumart neuen Wald, wächst schnell, verbessert den Boden durch Streu (ihr Laub), und sorgt aufgrund ihres schnellen Wachstums und kurzen Lebenszyklus für viel Totholz und eine schnelle Holzgewinnung. Dennoch wird die Birke bislang vorwiegend in Skandinavien und Russland forstwirtschaftlich genutzt.

Durchforstung

Als Durchforstung wird eine waldbauliche Pflegemaßnahme bezeichnet, bei der eine größere Anzahl von Bäumen entnommen wird. Welche Bäume entnommen werden hängt von der Art der Durchforstung ab. Neben der Ernte des Rohstoffes Holz, hat allgemein jede Durchforstung folgende Ziele: Stabilität eines Baumbestands sichern, die Lenkung der Baumartenzusammensetzung und die Lenkung des Baumzuwachses (Holzertrag).

- ➔ <https://www.myclimate.org/de/informieren/faq/faq-detail/detail/News/was-ist-der-treibhauseffekt/> und Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2018;
- ➔ https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Klima_und_Wetter
- ➔ Umweltbundesamt (UBA) 2017; IPCC 2018, Special Report Global Warming of 1.5 °C; FAU Florida Atlantic University 2018
- ➔ <http://www.wald-und-forst.de/wald-windschutz.php>

Arbeitsblatt: Berechnung der Klimaparameter



Erfasst mit Hilfe des Anemometers und des Luxmeters die Lufttemperatur in °C, den Lichteinfall in Lux und die Durchstromgeschwindigkeit in m/s zunächst auf der Freifläche und danach im Waldbestand. Diskutiert in euer Kleingruppe, was die Unterschiede sind und was sie bedeuten.

Klimaparameter	Auf der Freifläche	Im Waldbestand
Lufttemperatur in °C		
Lichteinfall in Lux		
Durchstromgeschwindigkeit in m/s		

m/s	Erklärung
0-0,2	Windstille
0,3-1,5	leiser Zug
1,6-3,3	leichte Brise
3,4 - 5,4	schwache Brise
5,5 - 7,9	mäßige Brise
8,0 - 10,7	frische Brise
10,8 - 13,8	starker Wind
13,9 - 17,1	steifer Wind
17,2 - 20,7	stürmischer Wind
20,8 - 24,4	Sturm
24,5 - 28,4	schwerer Sturm
28.5 - 32,6	orkanartiger Sturm
32,6	Orkan

Arbeitsblatt: Berechnung des Kohlenstoffspeichers eines Einzelbaumes



→ **Aufgabe:** Sucht euch einen Baum eurer Wahl. Messt seinen Durchmesser und seine Höhe und tragt diese in die Tabelle ein.

Die Tabelle berechnet euch den Holzvorrat eures Baumes in Volumenfestmetern.

Baumart	Durchmesser (m)	Höhe (m)	Volumenfestmeter (Vfm= $\pi/4 \cdot d^2 \cdot H \cdot 0,4$)
	0,000	0,00	0,000

Der Wald nimmt im Klimaschutz eine besondere Rolle ein, da sein Holz das klimaschädliche Treibhausgas CO₂ aus der Luft filtert und in seinem Holz speichert. Jeder Vorratsfestmeter (Vfm) Holz filtert 0,9t CO₂ aus der Luft.

→ **Aufgabe:** Findet die Antworten auf die folgenden Rechnungen mit den Volumenfestmetern eures Baumes.

Sucht euch einen Baum aus und errechnet wie viel CO₂ er aus der Luft gefiltert hat.

Euer Baum hat Vfm x 0,9 tCO₂ = t CO₂ aus der Luft gefiltert.

Wie viele dieser Bäume braucht es, um die CO₂-Emission einer Flugreise einer Person von Berlin nach Mallorca und zurück (ca. 1,2 t)?

$$1,2 \text{ t CO}_2 / x = \text{ }$$

Wie viele dieser Bäume braucht es, um die CO₂-Emission einer Flugreise (ein Flugzeug mit ca. 100 Personen) von Berlin nach Mallorca und zurück (ca. 120,00 t)?

$$120 \text{ t CO}_2 / x = \text{ }$$

MODUL 3: ARTENVIELFALT

Inhalt:

Die Teilnehmenden (TN) beschäftigen sich in Gesprächen und praktischen Übungen nacheinander mit folgenden Leitfragen:

1. Was ist Artenvielfalt und was Biodiversität /?
2. Welche Arten kommen im Wald vor?
3. Wozu braucht es Artenvielfalt?
4. Wie kann die Forstwirtschaft Artenvielfalt positiv beeinflussen?
5. Wie kann jede teilnehmende Person, die Artenvielfalt positiv beeinflussen?

Lernziel: Die TN verstehen, dass die einzelnen Komponenten eines Ökosystems voneinander abhängig sind. Sie lernen um die Bedeutung der Vielfalt und was jede/r TN für ihren Erhalt tun kann.

BNE-Kompetenzen:

- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen
- interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen
- Gemeinsam mit anderen planen und handeln können.
- Sich und andere motivieren können aktiv zu werden
- Empathie und Solidarität für Benachteiligte zeigen können.

Dauer: ca. 300 Minuten



Ablaufplan Modul Artenvielfalt

Zeit in Min.	Aktion	Inhalt	Material
10	Einführung	TN werden an ihrem Wissensstand abgeholt und im Gespräch wird geklärt, was Biodiversität und was Artenvielfalt bedeutet.	
10	Bodenfallen verteilen	Aufgeteilt in Kleingruppen bekommen die TN ein Gebiet zugeteilt. In diesem Gebiet verteilen sie 4 Bodenfallen.	Bodenfallen (einfache Schraubgläser und Papier), Schaufeln
30	Spiel Artenvielfalt	In verschiedene Tiere aufgeteilt sammeln die TN ihre Nahrung. Dabei werden Schlüsselfunktionen von Tieren und Pflanzen für die Artenvielfalt erlebbar gemacht.	Tierkarten, 4 Eimer, 40 Zapfen, Eicheln, Tierkarten Ohrwürmer, Spinnen
10	Gespräch	Den TN werden einige Fakten zum Zustand der Artenvielfalt weltweit und in Deutschland vorgestellt.	
80	Datenaufnahme	In 4 Gruppen bestimmen die TN die Pflanzen in ihrem Gebiet (50x50m).	Arbeitsblatt Vegetationsaufnahme, Bestimmungsliteratur
30	Leerung und Bestimmung der Bodenfallen	Die TN leeren ihre Bodenfallen. Alle Tiere kommen in eine weiße Schale, werden bestimmt, gezählt, notiert und wieder freigelassen.	Weißer Schale, Lupen, Bestimmungsliteratur, Arbeitsblatt Aufnahme von Bodentieren.
10	Auswertung der Daten	Besprechen der Aufnahmen.	
20	Spiel „Alles ist vernetzt“	Die TN werden zu verschiedenen Waldarten und erleben nach, dass sie alle in Verbindung zueinander stehen.	Wollknäuel, ggf. vorbereitete Karten
10	Gespräch im Plenum	Es wird die Frage besprochen, wozu es Artenvielfalt braucht.	
10	Gespräch im Plenum	Es wird herausgearbeitet, wie die Forstwirtschaft die Artenvielfalt positiv beeinflussen kann.	
20	Auszeichnung artenvielfaltsfördernder Strukturen	TN zeichnen artenvielfaltsfördernde Strukturen in ihrem Gebiet aus und besprechen fördernde Maßnahmen.	
10	Abschlussrunde	Alle TN äußern sich zu folgenden Fragen: Was habe ich neu gelernt? Was hat mich am Meisten überrascht?	Redestab

Block 1: Was ist Artenvielfalt und was ist Biodiversität?

Ziel: Die TN lernen die Formen der Biodiversität (Vielfalt der Arten, Genetische Vielfalt, Vielfalt der Lebensgemeinschaften) kennen und verstehen, dass Artenvielfalt voneinander abhängig ist.

Zeit: 50 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gespräch	TN werden an ihrem Wissensstand abgeholt und im Gespräch wird geklärt, was Biodiversität beinhaltet und was Artenvielfalt bedeutet.	
Bodenfallen verteilen	Aufgeteilt in Kleingruppen bekommen die TN ein Gebiet zugeteilt. In diesem Gebiet graben sie die Gläser so ein, dass der Glasrand ebenerdig mit dem Boden ist. In jedes Glas muss etwas zerknülltes Papier gelegt werden, damit die hereinfliegenden Tiere sich verstecken können.	Bodenfallen (einfache Schraubgläser und Papier), Schaufeln
Spiel Artenvielfalt	In verschiedene Tiere aufgeteilt sammeln die TN ihre Nahrung. Dabei werden Schlüsselfunktionen von Tieren und Pflanzen für die Artenvielfalt erlebbar gemacht.	Tierkarten, 4 Eimer, 40 Zapfen, Eicheln, Tierkarten Ohrwürmer, Spinnen
Gespräch	Den Teilnehmenden werden kurz und prägnant einige Fakten zum Zustand der Artenvielfalt weltweit und speziell in Deutschland vorgestellt.	

Anleitungen:

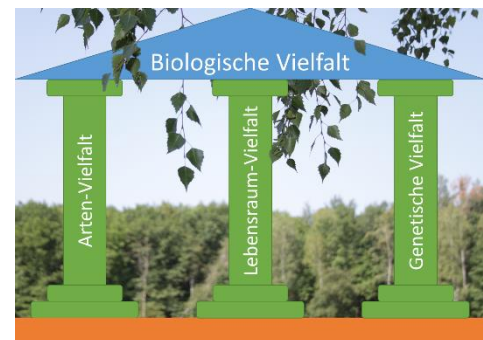
Spiel Artenvielfalt

TN stellen sich in Teams an eine Linie, jedes Team symbolisiert ein Tier (z.B. Igel, Eichelbohrer, Wildschwein und Waldmaus). Jedes Team erhält Infos zur Nahrungspräferenz. Jeweils 10, 20, 30 und 40 Schritte entfernt steht 1 Eimer. Die Eimer symbolisieren ein Ökosystem mit entsprechender Nahrung: 1. Mischwald (Eicheln, Ohrwürmer, Spinnen) 2. Kiefernmonokultur (Zapfen, Ohrwürmer, Spinnen) 3. Wiese (Ohrwürmer, Spinnen). Nun haben die Teams die Aufgabe in einer bestimmten Zeit möglichst viel Nahrung zu sammeln. Beim Startzeichen läuft jeweils eine Person wie beim Staffellauf los und holt 1x Nahrung aus einem beliebigen „Ökosystemeimer“. Wenn die Zeit um ist, wird ausgewertet. Wie viel „Nahrungsstücke“ wurde ergattert? Warum haben einige Tiere mehr bzw. weniger gefunden? In welchem Ökosystem haben die Tiere Nahrung gefunden? Was hat das mit Artenvielfalt und Klimawandel zu tun?

Hintergrundwissen:

Biodiversität / Biologische Vielfalt

Definition: "Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Vielfalt) und zwischen den Arten (Artenvielfalt) und die Vielfalt der Ökosysteme (und entsprechend der Interaktionen darin)."



➔ *Quelle: Artikel 2 der Convention on Biological Diversity, Biodiversitätskonvention CBD 1992, Art. 2)*

Begriffsklärung: Biodiversität bedeutet Vielfalt des Lebens

Das Wort „Bios“ stammt vom griechischen Wort für „**Leben**“ ab, „diversitas“ ist lateinisch für „**Verschiedenheit**“. Somit umfasst der Begriff Biodiversität die Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten, also Individuen, Arten und Ökosysteme mit ihren komplexen Verbindungen und Zusammenhängen. Darunter fallen auch die Nutzierrassen und Kulturpflanzen der Menschen. Im engeren Sinne kann man auch von „Arten-Vielfalt“ sprechen, jedoch fällt unter diesen Begriff nur ein Teil des Ganzen.

Denn neben der **Arten-Vielfalt** sind die **Lebensraum-Vielfalt** der Ökosysteme und die **Genetische Vielfalt** unverzichtbar für eine hohe Biodiversität. Diese drei Säulen, auf der die natürliche Vielfalt des Lebens steht, sind in ihrem Fortbestehen untrennbar verbunden, voneinander abhängig und aufeinander aufbauend. Verschwindet immer mehr Lebensraum durch menschlichen Einfluss, ist auch die Vielfalt der Arten und somit ihre genetische Diversität bedroht.

Eine Art wird als Gruppe von Lebewesen, die eine Fortpflanzungsgemeinschaft bilden definiert. Die **Arten-Vielfalt** in einem Gebiet wird durch die dortige Anzahl verschiedener Arten bestimmt, nicht durch deren Häufigkeit, bzw. durch die Anzahl der Individuen einer Art. Je abwechslungsreicher die Lebensräume desto mehr unterschiedliche Pflanzen und Tiere finden dort ihren auf ihre individuellen Bedürfnisse und Ansprüche angepassten Platz.

Eine vielfältige Landschaft aus Mischwald, Wiesen, Wegen und Hecken bietet viel mehr Arten einen Lebensraum, als ein Reinbestand derselben Größe. Unter anderem nimmt die **Lebensraum-Vielfalt** durch eine Intensivierung der Landwirtschaft, die Zerschneidung von zusammenhängenden Gebieten durch Infrastruktur für die Wirtschaft und die Umwandlung von artenreichen Naturgebieten in Siedlungs- und Verkehrsflächen drastisch ab.

In vielfältigen Lebensräumen mit unterschiedlichsten Lebensbedingungen schaffen es vor allem Arten mit einer hohen **Genetischen Vielfalt**, sich an die variierenden Gegebenheiten anzupassen. Denn der genetische Code ist veränderlich: Durch Genmutationen können sich Eigenschaften herausbilden, welche die Überlebenschancen eines Individuums entweder verbessern oder verschlechtern. Zum Beispiel könnte sich in einer Art das Merkmal herausgebildet haben, welches zu einer höheren Toleranz gegenüber Frost, Nässe oder Trockenheit als in anderen Populationen führt. So können in isolierten Gebieten über die Zeit aus Populationen auch ganz neue Arten entstehen. Genauso wichtig ist die Genetische Vielfalt aber auch für den Erhalt gesunder Arten, da sich Individuen mit vorteilhaften Eigenschaften fortpflanzen und zum Überleben der gesamten Art beitragen.

→ „*Ich bin Leben inmitten von Leben, das leben will*“ - Albert Schweitzer zur *ethischen Leitidee der Ehrfurcht vor dem Leben. Er schreibt damit der Natur einen Wert unabhängig vom Menschen zu.*

Biodiversität Weltweit

Die Ausbreitung des Menschen hat durch das starke Bevölkerungswachstum und der damit verbundenen Umwandlung von Naturflächen in Nutzflächen massive globale Auswirkungen auf die Biodiversität. Es sterben weltweit aktuell 100- bis 1.000-fach mehr Arten aus, als es eine natürliche Aussterberate mit sich bringen würde. Die Weltnaturschutzunion IUCN veröffentlichte 2006 eine Rote Liste bedrohter Arten. Demnach sind ca. 15.500 Arten weltweit vom Aussterben bedroht, darunter 23% aller Säugetiere, 12% der Vögel und 31% der Amphibien. **Zwischen 1970 und 2000 hat die Gesamtzahl der Arten um 40% abgenommen.** Zum Beispiel verschwand der Pyrenäen-Steinbock (engl. Pyrenean Ibex) im Jahr 2000 unwiederbringlich von unserer Erde. Noch vor ein paar hundert Jahren war er überall in Spanien verbreitet. Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Anzahl der Tiere durch zu starke Bejagung auf weniger als 100 Exemplare verringert und der Pyrenäen-Steinbock war seiner Ausrottung sehr nahe. Die Population konnte sich im Laufe des 20. Jahrhunderts nicht erholen und wuchs nie über 40 Tiere hinaus. Nachdem 1981 nur noch 30 Tiere übrig waren, verringerte sich der Bestand bis 1990 nochmal auf 10 Individuen und der letzte Pyrenäen-Steinbock starb im Jahre 1999. Nicht nur eine direkte Verfolgung bestimmter Arten durch den Menschen ist verantwortlich für das massive Artensterben. **Ganze Ökosysteme sind weltweit durch landschaftliche Umgestaltung, Raubbau und den Klimawandel in Gefahr.** Vergleicht man die verschiedenen Landökosysteme miteinander, so findet man in keinem anderen mehr Arten, als im Ökosystem Wald. Vor allem alte, unberührte und sich auf sehr trockenen oder sehr feuchten, spezifischen Standorten befindende Wälder, zeigen eine hohe Arten-Vielfalt auf. Durch intensive Bewirtschaftung werden Bestände jedoch homogener und Landschaften artenärmer. Der ursprüngliche **tropische Regenwald war laut**

Schätzung der Welternährungsorganisation (FAO) im Jahre 1990 schon zu 42 % vernichtet. Jedes Jahr gehen noch immer ½ % bis 1 % der tropischen Wälder verloren.

Doch auch innerhalb der einzelnen Arten verarmt die Vielfalt immer mehr. Bei diesem Prozess sprechen die Experten von einer „**genetischen Erosion**“, also einem Verlust von Anpassungsfähigkeit, Resilienz und Stärke innerhalb einer Art. Für wildlebende Arten ist dies oft schwer messbar, da erhebliche Datenlücken bestehen. Doch bei gezüchteten Nutztierarten können wir diesen inneren Verfall der Genetischen Vielfalt genauer beobachten. Von den über Jahrtausende hinweg gezüchteten vielfältigen Getreidesorten (3.000 Sorten Weizen, 5.000 Sorten Reis und 6.000 Sorten Mais), sind heutzutage nur noch wenige Hochleistungssorten übrig, die im Anbau Nutzung finden. **Nur 30 Arten liefern weltweit etwa 95 % der pflanzlichen Nahrungsmittel.** Da der Rest kaum noch verwendet wird, droht er unwiederbringlich zu verschwinden, was verheerende Auswirkungen auf die Biodiversität der Erde mit sich bringt. Denn Genetische Vielfalt und Artenreichtum sind sehr eng verknüpft - Je geringer die genetische Vielfalt einer Art, desto größer wird ihr Aussterberisiko. Bei großer Genetischer Vielfalt wächst dagegen die Chance der Anpassung von Teilen der Population an neue Umweltbedingungen wie den Klimawandel.

Zahlen und Fakten:

- 36% aller Wälder sind Urwälder – 6 Millionen ha werden jährlich zerstört oder umgewandelt (FAO, Global Forest Resources Assessment 2005).
- Karibische Korallenriffe sind zu 80% zerstört (IUCN).
- 35% aller Mangroven weltweit wurden innerhalb von nur 20 Jahren vernichtet.
- 25% aller Meeresfischbestände sind gefährdet, mehr als 50 % werden bereits so intensiv ausgebeutet, dass keine Steigerung möglich ist, Arten wie Kabeljau, Schellfisch und Heilbutt sind bereits massiv bedroht (FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture 2006).

Biodiversität in Deutschland

Das artenreichste Ökosystem in Mitteleuropa ist der Wald. Mit seinen **über 40 einheimischen Baumarten** tragen Bäume und Wald in Deutschland besonders zum Schutze der Artenvielfalt bei. Es gibt hier keine Urwälder mehr, da der Mensch bereits ab etwa 4.500 vor Christus begann den Wald in Europa zu roden oder in Nutzwälder umzuwandeln. Der deutsche Wald zählt zur Kulturlandschaft und ist nach der Landwirtschaft die flächenmäßig bedeutendste Landnutzungsform mit einem Anteil von etwa 31 % (ca. elf Millionen Hektar). Der zum größten Teil als Wirtschaftswald genutzte Raum, schließt den Schutz und die Förderung von Biodiversität aber keineswegs aus. Viele Forstwirte nutzen eine „**naturnahe Forstwirtschaft**“ im Sinne einer Balance von wirtschaftlicher Nutzung und Naturschutzfunktion.

Auf fast 357.000 Quadratkilometern gibt es in Deutschland zurzeit etwa 42.000 landbewohnende Tierarten. Wälder nehmen hierbei als Lebensraum für Tierarten eine besondere Stellung ein. Als naturnahe Elemente unserer Landschaft und mit ihrer vertikalen Struktur (mehrere Vegetationszonen) bieten sie ein vielfältiges Angebot an Nahrung, Deckung und Brutmöglichkeiten an. Vor allem kletternde und fliegenden Tierarten finden hier ihren Platz.

14 % der Tierarten Deutschlands kommen auf rund 70 Hektar Wald vor. Sogar 50 % der Regenwürmer, 30 % der Großschmetterlinge, 28 % der Spinnen und 21 % der Käfer Deutschlands finden sich auf gerade mal 0,00002 % seiner Fläche. Die etwa 48.000 Tierarten, welche natürlicherweise in Deutschland vorkommen, bilden immerhin 4% der weltweit bekannten Fauna. Zusätzlich gibt es etwa 9.500 Pflanzen- und 14.400 Pilzarten.

Es verschwanden in Deutschland bereits im frühen Mittelalter durch Einfluss des Menschen Teile der ehemals heimischen Großtierfauna wie Auerochse, Wisent, Elch und Wildpferd. Andere wie der Bär, der Wolf und der Luchs zogen sich während der Neuzeit in abgelegene Gebiete zurück und wichen somit einer großflächigen Beeinflussung des Menschen aus.

Die Rote Liste Deutschlands: dramatischer Rückgang der biologischen Vielfalt

- 26 % der rund 3.000 einheimischen Farn- und Blütenpflanzen sind bestandsgefährdet, fast 2 % ausgestorben oder verschollen.
- 36 % der einheimischen Tierarten sind bedroht, 3 % ausgestorben oder verschollen
- Über 70 % der Lebensräume werden als „gefährdet“ eingestuft

Somit erreicht Deutschland mit diesen Gefährdungsraten mit die höchsten Werte in Europa.

Durch eine kulturell und technologisch extrem überformte Landschaft, wird hier nur noch vereinzelt und auf kleinen Flächen ein vielfältiger Naturraum geboten.

Block 2: Welche Arten gibt es bei uns im Wald?

Ziel: Die TN erforschen eigenständig, was für Pflanzen – und was für Käferarten es in ihrem Waldstück gibt.

Zeit: 120 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Datenaufnahme	In 4 Gruppen bestimmen die TN die Pflanzen in ihrem Gebiet (50x50m) mit z.B. mit der <i>App Flora Incognita</i> und Büchern. Ein <i>Arbeitsblatt Vegetationsaufnahme</i> ist auszufüllen.	Arbeitsblatt Vegetationsaufnahme, Bestimmungsliteratur

Leerung und Bestimmung der Bodenfallen	Die TN leeren ihre Bodenfallen. Alle gefangenen Tiere kommen in eine weiße Schale, werden weitest möglich bestimmt, gezählt und in dem <i>Arbeitsblatt Aufnahme von Bodentieren</i> notiert. Anschließend werden alle Tiere wieder freigelassen.	Weißer Schale, Lupen, Bestimmungsliteratur, Arbeitsblatt Aufnahme von Bodentieren.
Auswertung der Daten	Besprechen der aufgenommenen Daten, Vergleich untereinander und mit Daten für Buchenwald etc. Haben wir die typischen Arten gefunden? Bringt die Birke Arten mit?	

Hintergrundwissen:

Zahlen und Fakten zur Artenvielfalt in mitteleuropäischen Wäldern

Unsere Wälder haben eine wichtige Bedeutung für die Artenvielfalt. Sie gehören zu den natürlichsten Vegetationsformen unserer Landschaft und sind aufgrund ihrer Strukturvielfalt ein vielfältiger Lebensraum - mit reichlichem Angebot an Deckung, Brutmöglichkeiten sowie Nahrung.

Mehr als 6.700 Tierarten, ca. 4.700 Pflanzenarten über 6.000 Großpilzarten kommen in mitteleuropäischen Wäldern vor.

Die imposantesten Waldtiere sind die Säugetiere. Die bekanntesten sind: Füchse, Hasen, Igel, Rehe, Hirsche, Dachse, Marder, Mäuse, Wildschweine oder die Wildkatze. Auch wieder in unsere Wälder zurückgekehrte Tiere wie der Luchs, der Wolf oder Braunbär erfreuen sich großer Bekanntheit.

Vor über 100 Jahren war die Liebe zu Vögeln Grundlage für die Gründung erster Naturschutzvereine. Neben großen Vögeln, wie den Adlern sind aber auch kleine wie Amseln, Eichelhäher oder Tauben und ganz kleine Vögel wie das Rotkehlchen, der Birkenzeisig, der Zaunkönig oder das Wintergoldhähnchen im Wald zu Hause.

Wirbeltiere machen allerdings nur ca. 2% der heimischen Flora aus. Den weit größeren Teil mit fast zwei Dritteln nehmen die Insekten ein. Diese leben im Kronenraum, im Holz, unter der Rinde oder in der Streu – und Humusschicht. Deswegen bleiben sie auf den ersten Blick meist verborgen.

Es leben etwa 1200 Käferarten von den rund 5000 Käferarten in Bayern xylobiont. D.h. sie halten sich den überwiegenden Teil ihres Lebens im Holz auf. Insbesondere Totholz bietet zahlreichen Arten einen Lebensraum.

Aber auch in der Streu- und Humusschicht halten sich zahlreiche Tiere auf. 1,6 Billionen Lebewesen leben innerhalb von 0,3 Kubikmetern (das entspricht einer Fläche von 1x1 Meter und 30 cm Tiefe). Im Vergleich dazu leben nur 7,7 Milliarden Menschen auf der Welt.

Diese 1,6 Billionen Tiere teilen sich nach Böker in folgende Tiergruppen auf:

- 2,5 Billionen Mikroorganismen: Bakterien, Pilze, Algen
- 1 Millionen Fadenwürmer
- 100.000 Milben
- 50.000 Springschwänze
- 25.000 Rädertiere
- 10.000 Borstenwürmer
- 100 Käferlarven
- 100 Zweiflüglerlarven
- 80 Regenwürmer
- 50 Schnecken
- 50 Spinnen
- 50 Asseln

➔ *Mehr Informationen zu den einzelnen Tiergruppen finden sich unter folgendem Link:
(<https://www.geo.de/geolino/natur-und-umwelt/4390-rtkl-erdreich-es-wimmelt-im-boden>)*

Die Waldartenliste der Pflanzen umfasst in Deutschland 41% der in Deutschland vorkommenden Gefäßpflanzen, 58% der Moos- und 51% der Flechtenarten. Innerhalb der Waldgefäßpflanzen finden sich 76 Baumarten, 120 krautige Pflanzen, 116 Sträucher und vier Epiphyten. Mehr Informationen gibt es unter <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/skript299.pdf>

Die konkurrenzbedingte Vorherrschaft der Bäume macht einen Wald aus und somit sind die Bäume häufig die Arten, die schneller ins Auge springen. Die häufigsten bei uns sind die Fichte, die Kiefer, die Eiche, die Rotbuche, die Lärche, die Tanne, die Hainbuche, die Linde und natürlich die Birke. Bei kleineren Pflanzen, Farnen und Moosen sind die bekanntesten der Giersch, die Knoblauchrauke, der Bärlauch, das Buchwindrösschen, das Maiglöckchen, die Heidelbeere und die Wald-Erdbeere.

Über 6.000 Arten von Großpilzen, die so heißen, da wir ihre Fruchtkörper deutlich sehen. Ob schmackhafter Speisepilz oder zu meidende Giftpilz, jeder kennt einige. Die häufigsten im Brandenburger Wald wachsenden essbaren Pilze, sind die Marone, der Steinpilz oder der Pfifferling. Bei den giftigen Pilzen liegt der Fliegenpilz ganz vorne aber auch der Knollenblätterpilz ist sehr bekannt. Um auf das Thema Birke zurückzukommen - auch der Birkenpilz ist stark vertreten. Noch bunter geht es bei den Kleinstlebewesen im Wald zu. Gerade von ihnen kann die Wissenschaft noch sehr viel lernen. Stellvertretend sei an dieser Stelle nur die Bärtierchen (Tardigrada) – auch Wasserbären genannt - erwähnt.

Block 3: Wozu brauchen wir Artenvielfalt?

Ziel: Die TN erkennen um die Bedeutung von Artenvielfalt für ein Ökosystem, genau wie für die Menschheit.

Zeit: 30 Minuten

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Spiel „Alles ist vernetzt“	Die TN werden zu verschiedenen Waldarten und erleben nach, dass sie alle in Verbindung zueinander stehen und teilweise voneinander abhängig sind.	Wollknäuel, ggf. vorbereitete Karten
Gespräch	Die Leitung stellt die Frage, wozu es Biodiversität braucht. Das vorhandene Wissen der TN wird gesammelt und ggf. von der Leitung ergänzt.	

Anleitungen:

Spiel „Alles ist vernetzt“

Alle TN stehen im Kreis. Die Leitung hat ein Wollknäuel in der Hand und stellt eine Frage zu den gefundenen Arten. Z.B. „*Welchen Käfer habt ihr gefunden?*“ Wer einen Käfer nennen kann, bekommt den Wollknäuel zugeworfen. Dieser TN stellt nun seinerseits eine Frage zu dem Käfer. Etwa „*In der Nähe von welchem Baum wurde ich gefunden?*“, oder „*Wovon ernähre ich mich?*“. Wer die Antwort weiß, bekommt den Wollknäuel. So geht es immer weiter, bis alle TN Teil des Netzes sind. Schon an dieser Stelle wird klar, dass alles miteinander in Verbindung steht. Als nächstes kann die Leitung Umweltveränderungen thematisieren und einleiten. Wie z.B. einen Hitzesommer, geschwächte Bäume und einen Waldbrand im Gebiet als Konsequenz dieser Umstände. Alle TN die denken, dass sie davon betroffen sind, lassen das Netz los.

Tipp: In dieser Variante müssen die TN selbst kreativ sein und sich Fragen ausdenken. Es kommt aber nicht unbedingt darauf an, dass jede Antwort zu 100% richtig beantwortet wird. Es geht vielmehr darum, dass die TN selbst ins Überlegen kommen, wie die einzelnen Bestandteile des Ökosystems Wald in Zusammenhang stehen könnten. Alternativ kann die Aktion auch stärker vorgegeben- und für jeden TN eine Karte mit Art und Frage vorbereitet werden.

Hintergrundwissen:

Wozu brauchen wir biologische Vielfalt?

Die natürliche Vielfalt ist die Lebensgrundlage schlechthin. Sowohl der Mensch ist von ihr abhängig, als auch die Pflanzen und Tierarten. Viele Arten hängen voneinander ab. Ohne dieses Zusammenspiel gäbe es kein Leben auf dieser Erde. „Es braucht Pflanzen und Pilze, die aus unbelebter Materie Biomasse erzeugen können. Es braucht Tiere, die sich davon ernähren und andere Tiere, die sich von Tieren ernähren. Und es braucht Lebewesen, die tote Lebewesen wieder ersetzen und darauf wieder neues Leben ermöglichen. Viele dieser komplexen Abhängigkeiten versteht der Mensch nicht ausreichend. So kann der Verlust einer Art zu Veränderungen oder gar zum Zusammenbruch ganzer Ökosysteme führen.

Ein funktionierendes Ökosystem bietet kostenfrei eine Fülle von Ökosystemdienstleistungen, die für den Menschen eine Lebensgrundlage erst ermöglicht. Diese Ökosystemdienstleistungen werden in vier Kategorien unterteilt:

- „Zu den Versorgungsleistungen gehören die grundlegenden Produkte wie Nahrung, Arzneimittel und Rohstoffe, auch Trinkwasser kann hier genannt werden.
- Regulierungsleistungen sind Prozesse, die Schadstoffe aus Wasser, Luft und Boden filtern oder auch das Klima allgemein regulieren. Der Schutz vor Hochwasser durch Auen und Überflutungsräume, oder vor Lawinen durch den sogenannten Schutzwald gehört ebenfalls hierher.
- Die kulturellen Leistungen umfassen Werte wie Erholung, Ästhetik, Spiritualität oder Heimatverbundenheit. Dass der Mensch Erholung und Ruhe in der Natur findet, ist ein wichtiger Faktor für Wohlbefinden und Gesundheit. Die Natur hat die Menschheit seit jeher inspiriert und zu Kunstwerken sowie technischen Erfindungen angeregt. Auch die Bionik lernt von den Bauplänen der Natur.
- Die unterstützenden Leistungen machen die anderen Leistungen erst möglich. Dazu gehören beispielsweise die Bodenbildung, Nährstoffkreisläufe, aber auch die Photosynthese: Sie ist mit der bedeutendste Prozess für das Leben auf dieser Erde, weil sie Sauerstoff freisetzt. Die Entwicklung höher Lebensformen, wie die des Menschen etwa, wäre ohne Sauerstoff nicht möglich gewesen.“

➔ *Quelle und mehr Informationen:*

https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_98_biologische_vielfalt.pdf

Darüber hinaus ist die biologische Vielfalt Teil unseres kulturellen Erbes, dient unserem Wohlbefinden und unserer Gesundheit und fördert technischen Innovationen.

➔ Mehr Informationen finden sich unter: <http://docplayer.org/53062384-Was-bringt-artenvielfalt-ein-argumentarium.html>

Block 4: Wie kann Forstwirtschaft die Artenvielfalt positiv beeinflussen?

Ziel: Die TN lernen, was für Strukturen sich positiv auf die Artenvielfalt auswirkt und was für Maßnahmen die Forstwirtschaft ergreifen kann, um sie positiv zu beeinflussen.

Zeit: 30

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gespräch	Im Gruppengespräch wird herausgearbeitet, wie die Forstwirtschaft die Artenvielfalt positiv beeinflussen kann.	
Auszeichnung artenvielfaltsfördernder Strukturen	TN zeichnen artenvielfaltsfördernde Strukturen in ihrem Gebiet aus und besprechen in ihren Gruppen, wie die Artenvielfalt noch mehr gefördert werden könnte.	Forstmarkierungsband

Hintergrundwissen:

Wie kann die Forstwirtschaft die Artenvielfalt positiv beeinflussen?

Die Struktur eines Waldes hat erhebliche Auswirkungen auf die Artenvielfalt und Artenverteilung. Oberstes Ziel ist es stabile Mischwälder zu erhalten und zu fördern, damit diese gegen Schadereignisse besser gewappnet sind. Reine Monokulturen sind dagegen anfälliger für Schadereignisse. Neben dem Einbringen verschiedenen Laubbaumarten, bietet es sich hier an Pionierbaumarten, wie etwa die Birke stehen zu lassen. Denn an jede Baumart sind unterschiedliche weitere Arten gebunden. Insbesondere Weichlaubhölzer, wie Birke, Vogelbeere, Weiden und Aspen sind bedeutsam für die Artenvielfalt. Wenn es im Nadelwald, ein paar Birken vorhanden sind finden sich hier bis zu 100 Tierarten mehr. Insgesamt haben sich in Deutschland über 160 Insekten auf Birken als Nahrungsquelle spezialisiert. 118 davon sind Großschmetterlinge. Birken bieten mit ihren Kätzchen auch noch einigen Vogelarten Nahrung (z.B. Birkenzeisig, Erlenzeisig, Haselhuhn).

Neben einer Vielfalt an Arten ist auch die Vielfalt von Strukturen wichtig. Strukturvielfaltsfördernde Maßnahmen sind etwa: Totholzanreicherung, Biotopbäume (z.B. mit Habitaten wie Mulmhöhlen) stehen lassen, Lichtschächte und Lücken belassen, Naturverjüngung erlauben, auf einer Fläche verschiedene Altersstrukturen zulassen und Wegränder sowie Waldränder erhalten und entwickeln. Weiterhin können sogenannte „Null-Flächen,“ also Altholzinseln oder Naturwaldreservate wichtige Trittsteine für die Artenvielfalt sein.

Denn „die Strukturvielfalt im Urwald entsteht durch dynamische Zerfallsprozesse (z.B. Sturm, Brand), im Wirtschaftswald durch forstliche Nutzung (z.B. Pflege, Durchforstung). Ein naturnaher Waldbau nutzt natürliche Prozesse ganz selbstverständlich. Eine integrative Waldbewirtschaftung kann mit geeigneten forstlichen Maßnahmen kleinflächige Störungsmuster (z.B. Lichtschächte) und deren positive ökologische Wirkungen nachahmen. Sie kann auch kleinflächige natürliche Störungen als ökologische Bereicherung integrieren – ohne dabei andere Waldfunktionen oder ökonomische Ziele zu gefährden.“

➔ Schmidt, 2015, <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/naturschutz/artenschutz/artenvielfalt-im-wald>)

Erläuterung zum Aufnahmeblatt Vegetationsaufnahme

Erfassung der Vegetationsschichten

Vegetationsschicht	Charakteristik
Baumschicht (B), in zweischichtigen Beständen: Obere Baumschicht (oB) Untere Baumschicht (uB)	Verholzende Pflanzen mit einer Höhe > 5 m Oberstand (> 5 m) Unterstand (> 5 m)
Strauchschicht (S)	Verholzende Pflanzen von 0,5 m – 5 m (Sträucher und Baumartenjungwuchs)
Krautschicht (K, auch Feldschicht)	Sämtliche Kraut- und Grasarten (bis 1,5 m) Verholzende Pflanzen < 0,5 m
Moosschicht (M)	Moos- und Flechtenarten

Erfassung des Deckungswertes der einzelnen Pflanzen

Artmächtigkeit	Erläuterung
5	75 – 100 % Deckung Individuenzahl beliebig
4	50 – 75 % Deckung Individuenzahl beliebig
3	25 – 50 % Deckung Individuenzahl beliebig
2	5 – 25 % Deckung, od. < 5 % bei sehr hoher Individuenzahl
1	1 – 5 % Deckung od. > 5 % bei wenig Individuen
+	spärlich (< 1% Deckung) wenig Individuen
r	ganz vereinzelt (meist nur 1 Exemplar)

Arbeitsblatt: Aufnahme von Bodenlebewesen



Datum: _____

➔ **Aufgabe:** Leert eure Bodenfallen vorsichtig in die dafür vorgesehenen Boxen und entfernt das Zellulose-Papier. Versucht nun mit viel Achtsamkeit herauszufinden um welche Tiergruppen es sich handelt. Ordnet die Tiere den einzelnen Tiergruppen zu und versucht mit Hilfe der Bücher einzelne Arten zu bestimmen. Notiert außerdem die Anzahl der gefundenen Individuen für jede Tiergruppe. Vielleicht habt ihr sogar noch Zeit herauszufinden, welche Funktion die verschiedenen Tiere im Wald erfüllen.

Beinpaare	Tiergruppe	unterscheidbare Arten	Zahl der Tiere
keine	Fadenwürmer		
	Enchyträe		
	Regenwurm		
	Zweiflüglerlarven		
	weitere		
3 Paar Insekten	Kugelspringer		
	Springschwanz		
	Doppelschwanz		
	Ohrwurm		
	Wanzen		
	Käfer		
	Larven		
	weitere		

Beinpaare	Tiergruppe	unterscheidbare Arten	Zahl der Tiere
4Paar, Spinnentiere	Spinnen		
	Weberknecht		
	Pseudoskorpion		
	Zecke		
	Milbe		
	Milbe		
	weitere		
7 Paar Asseln	Assel		
	weitere		
mehr als 7 Paar, Hundert- füßler (ein Beinpaar pro Segment)	Zwergfüßer		
	Steinkriecher		
	Erdläufer		
	weitere		
mehr als 7 Paar, Tausend- füßler (zwei Beinpaare pro Segment)	Schnurfüßer		
	Bandfüßer		
	Saftkugler		
	weitere		

MODUL 4: BODEN

Inhalt:

Die Teilnehmenden (TN) lernen über die Bedeutung von (Wald-) Böden und dass das Wissen um den forstlichen Standort die Grundlage für waldbauliches Handeln im Sinne einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung ist. Sie beschäftigen sich nacheinander mit folgenden Leitfragen:

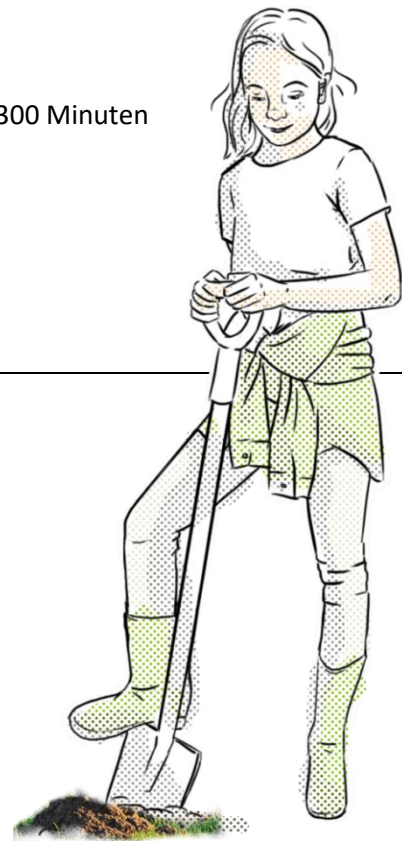
1. Was ist Boden?
2. Was sind die Funktionen von Waldböden?
3. Wodurch sind Waldböden gefährdet?
4. Wie wird eine Bodenansprache in der Praxis gemacht?

Lernziel: Die TN sollen Waldstandorten als ökologische Systeme begreifen und anhand von geologischen und bodenkundlichen Eigenschaften beurteilen, sowie Potenziale und Gefährdungen erkennen.

BNE-Kompetenzen:

- Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen
- Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen.
- Sich und andere motivieren können aktiv zu werden

Dauer: ca. 300 Minuten



Ablaufplan Modul Boden

Zeit in Min.	Aktion	Inhalt	Material
15	Einführung	Im gemeinsamen Gespräch wird herausgearbeitete, was Boden bedeutet.	
15	Barfußraupe	Die TN bewegen sich barfuß als blinde Raupe durch den Wald. Auf diese Weise kommen die TN mit dem Waldboden in Berührung.	Augenbinden für die ganze Gruppe
10	Bodenleiter	Beim Bau einer Bodenleiter empfinden die TN den Aufbau der Humusschicht nach.	
30	Bodenlebewesen	Die TN untersuchen in Kleingruppen ausgerüstet mit Sieben, Lupen und weißen Schalen eine Hand voll Erde aufs Genaueste und versuchen so viel wie möglich Arten festzustellen.	Feine Siebe, weiße Behälter, Lupen, Bestimmungsliteratur Bodenlebewesen
10	Gespräch Bodenfunktionen	Die vorhergegangenen Übungen werden aufgegriffen und die Funktionen des Bodens besprochen.	
30	Waldböden sind nachtragend	Die TN erkennen in diesem Experiment anhand von Sickergeschwindigkeit von Wasser die Bodenverdichtung. Im Anschluss wird diese und weitere Gefährdungen für den Waldboden thematisiert.	Nach oben und unten geöffnete Konservendosen, Wasser, Messbecher, Uhr mit Sekundenanzeiger, Bretter, Hammer
80	Bodenansprache	Die TN heben in Kleingruppen eine Bodengrube und beschreiben den Boden anhand des Arbeitsblattes Bodenansprache.	Schaufeln, Spaten, Arbeitsblatt Bodenansprache, PH-Teststreifen, destilliertes Wasser, Glasgefäße, weißes Papier, Stifte, Klemmbretter
10	Gespräch	Im Gespräch wird erarbeitet wie das gesammelte Wissen über den Standort helfen kann waldbauliche Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung zu handeln	
10	Abschlussrunde	Alle TN äußern sich zu folgenden Fragen: Was habe ich neu gelernt? Was hat mich am Meisten überrascht?	Redestab

Block 1: Was ist Boden?

Ziel: Die Teilnehmenden lernen was unter Boden zu verstehen ist und kommen in Berührung mit ihm.

Zeit: 30 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Gespräch	Im gemeinsamen Gespräch wird herausgearbeitet, was Boden bedeutet.	
Barfußraupe	Alle Teilnehmenden fassen sich in einer Schlange an den Schultern. Alle, bis auf der hinterste TN bekommen die Augen verbunden. Dieser führt nun die Gruppe durch den Wald. Er lenkt die Raupe durch klopfen auf die Schultern, dass immer weiter nach vorne gegeben wird. Wenn möglich sollte diese Übung barfuß ausgeführt werden. Auf diese Weise kommen die TN mit dem Waldboden in Berührung.	Augenbinden für die ganze Gruppe

Hintergrundwissen:

Was ist Boden?

Der Boden (Pedosphäre) ist die belebte oberste Verwitterungsschicht der Erdkruste. Er ist ein Produkt aus der klimabedingten Gesteinsverwitterung, der Anreicherung toten organischen Materials, der Umwandlungs- und Durchmischungstätigkeit, der Bodenorganismen und des Menschen sowie anhaltender Einwirkung des Klimas.

➔ *Quelle: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/boden/9757>*

Block 2: Waldboden - Funktionen

Ziel: Die Teilnehmenden verstehen, dass unser Waldboden verschiedene wichtige Funktionen erfüllt.

Zeit: 50 Minuten

Ablauf:

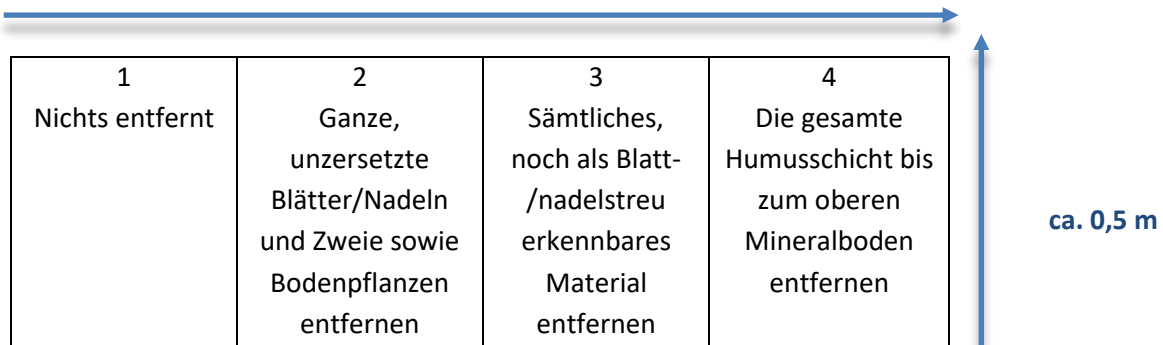
Aktion	Inhalt	Material
Bodenleiter	Die TN legen in Kleingruppen eine Bodenleiter aus vier Fächern (siehe Skizze) auf den Waldboden. Nun empfinden die TN den Aufbau der Humusschicht nach und sollen in jede Stufe der Leiter eine Schicht zeigen.	
Bodenlebewesen	Die TN untersuchen in Kleingruppen ausgerüstet mit Sieben, Lupen und weißen Schalen eine Hand voll Erde aufs Genauste und versuchen so viel wie möglich Arten festzustellen.	Feine Siebe, weiße Behälter, Lupen, Bestimmungsliteratur Bodenlebewesen
Gespräch Bodenfunktionen	Im Anschluss an die beiden Aktionen wird über die Bedeutung von Bodenlebewesen und Humus gesprochen. In diesem Zusammenhang werden die Funktionen des Bodens als Lebensraum für Tiere und als Lebensgrundlage für Mensch, Tier und Pflanze beleuchtet. Außerdem werden weitere Funktionen, wie CO ² - und Wasserspeicherfähigkeit, sowie Wasserfilter, Schutz vor Überschwemmungen usw. behandelt.	

Anleitungen:

Aktion Bodenleiter

Die TN entfernen aus dem ersten Fächer nichts und dann mit jedem Fächer eine weitere Schicht, wie nachstehende Abbildung zu entnehmen ist. Anschließend wird über die Bedeutung von Humus und Humusbildung gesprochen.

ca. 2 m



Hintergrundwissen:

Bodenfunktionen

Böden sind schutzwürdig, weil sie viele Funktionen und Leistungen im Naturhaushalt übernehmen. So bilden sie die Grundlage für unsere Ernährung, sind Lebensraum für die Bodenbewohner, filtern Schadstoffe und können dadurch bis zu einem gewissen Grad das Grundwasser schützen, und speichern Regenwasser und helfen so gegen Überschwemmung vorzubeugen

Boden als Lebensgrundlage: Böden sind die Lebensgrundlage für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen außerhalb von Gewässern. Ohne sie ist kein terrestrisches Leben möglich.

Natürliche Bodenfruchtbarkeit: Die Bodenfruchtbarkeit wird vom Humusgehalt, der Korngröße und die der Bodenstruktur sowie dem herrschenden Klima geprägt. Sie bezeichnet das Vermögen zu Pflanzenproduktion.

Boden im Wasser- und Nährstoffkreislauf: Böden speichern Niederschläge und reduzieren dadurch den oberflächigen Abfluss der zu Überschwemmungen führen kann. Dieses Wasser stellen sie zum Teil der Vegetation wieder zur Verfügung. Ferner sind sie an der Grundwasserneubildung beteiligt. Außerdem halten sie Nitrat und weitere Stoffe zurück, die den Pflanzen als Nähstoffe dienen.

Boden als Puffer und Filter: Böden schützen durch ihre Puffer und Filterwirkung gegenüber Schadstoffen das Grundwasser vor Schadstoffen, speichern Kohlenstoff und wandeln viele Schad- und Nährstoffe um, die sie teilweise sogar abbauen können.

➔ Quelle: <https://www.bodenwelten.de/content/bodenfunktionen-der-oekologische-wert-der-boeden>

Block 3: Gefährdung von Waldböden

Ziel: Die Teilnehmenden lernen wodurch Waldböden gefährdet sind.

Zeit: 30 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Waldböden sind nachtragend	Die TN erkennen anhand von Sickergeschwindigkeit von Wasser die Bodenverdichtung. Dazu hämmern sie eine Konservendose in einen lockeren Boden (Waldboden) und eine in einen verdichteten Boden (Rückegasse) und gießen nacheinander in beide Dosen ½ l Wasser und stoppen die Zeit bis das gesamte Wasser versickert ist. Anschließend werden die Ergebnisse besprochen und die Folgen von Verdichtung und Versiegelungen diskutiert.	Nach oben und unten geöffnete Konservendosen, Wasser, Messbecher, Uhr mit Sekundenanzeiger, Bretter, Hammer

Hintergrundwissen:

Gefährdung von Waldböden

Verdichtung: In Deutschland gehen täglich ca. 74 Hektar Boden durch Bebauung und Verkehrsflächen verloren. Im Wald können Böden z.B. durch das Befahren mit schweren Holzerntemaschinen zum falschen Zeitpunkt verdichtet werden. Die Verdichtung stört das Wurzelwachstum, das Leben der Bodenlebewesen und nicht zuletzt stört sie den Wasserkreislauf. Das Wasser fließt auf verdichteten und versiegelten Flächen ab und steht den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung.

Luftschadstoffe: Die mit dem Niederschlag in den Boden eingetragenen Säuren – insbesondere Schwefel- und Salpetersäure – führen allmählich zu einer Versauerung der Böden (Absinken der pH-Werte). Im Extremfall führt dies zu einem Verlust an Nährstoffen und zu einer Mobilisierung giftiger Metalle, die ihrerseits die Bodenlebewelt drastisch beeinträchtigen.

Erosion: Fehlt die Vegetation, besteht die Gefahr, dass lose Bodenteilchen verloren gehen. Insbesondere Wind und Regen führen dann zu Erosionserscheinungen und Bodenverlusten. Je steiler das Gelände, desto grösser das Risiko. Durch naturnahe Forstwirtschaft wird ein Verlust von Bodenmaterial durch Erosion weitgehend verhindert.

➔ *Quelle: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/waldboden/der-waldboden-lebt#c79979>*

Block 4: Bodenansprache

Ziel: Die TN bekommen einen Einblick in die forstliche Bodenansprache und werden in die Lage versetzt (Wald-) Böden anhand ihrer morphologischen, chemischen und physikalischen Merkmale zu charakterisieren.

Zeit: 90 Min

Ablauf:

Aktion	Inhalt	Material
Bodenansprache	Die TN heben in Kleingruppen eine Bodengrube und beschreiben den Boden anhand des Arbeitsblattes Bodenansprache.	Schaufeln, Spaten, Arbeitsblatt Bodenansprache, PH-Teststreifen, destilliertes Wasser, Glasgefäße, weißes Papier, Stifte, Klemmbretter
Gespräch	Im Gespräch wird erarbeitet wie das gesammelte Wissen über den Standort helfen kann waldbauliche Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung zu handeln	

Arbeitsblatt: Bodenansprache



Vorarbeit: Bodengrube ausheben (mind. 40 cm tief); hierbei auf mindestens einer Seite auf eine glatte Kante achten und hier keinen Aushub ablagern;										
Untersuchungspunkt										
	1.	Vorkommende Baumarten:								
	2.	Bodenbedeckung durch Vegetation? <input type="checkbox"/> ja/nein?								
	3.	Beschattung?	Boden ganz beschattet oder einzelne Lichtflecken (90 bis 100 %)							
			Wechsel von Licht und Schatten (60 bis 90 % beschattet)							
Licht (< 60 % beschattet)										
Bodenansprache										
I.	Humusauflage									
	(der obere Bereich, ohne Mineralboden, also z.B. ohne Sand)									
	1.	Mächtigkeit der Humusschicht insgesamt:							cm	
	2.	Schichtung?								
	eine Schicht ohne scharfe Übergänge oder									
	mehrere Schichten:									
		- Zersetzungsgrad								jeweilige Mächtigkeit/ Anteil
			unzersetzte Streu (Pflanzenteile, z.B. Blätter, Nadeln etc. sind deutlich erkennbar und locker vermengt)							
		verfilzt (Pflanzenreste noch erkennbar und miteinander verklebt)								
		zersetzt (keine Pflanzen mehr erkennbar, einheitliche dunkle Masse)								

II. Mineralboden							
1. Schichten markieren							
(mit kleinen Stöckchen oder durch Markierungsstriche mit der Schaufel)							
Einteilung z.B. in		A: Oberboden (stark verbraunt mit mind 30% Humus und mehr)					
		B: Unterboden/Übergangsbereich (z.B. nur noch leichte Verbraunung/Verfärbung)					
		C: Ausgangsgestein (z.B. reiner Sand oder nahezu unverwittertes Gestein etc.)					
2. Untersuchung der Schichten							
		A-Horizont		B-Horizont		C-Horizont	
Mächtigkeit:		cm		cm		cm	
Körnung		mit Fingerprobe ermitteln; Unterscheidung in Sand (fein,mittel oder grob?), Schluff (bleibt in den Rillen des Fingerabdrucks hängen) oder Ton (zu bleistiftdicker Wulst ausrollbar)					
Feuchtigkeit		nass		nass		nass	
		feucht		feucht		feucht	
		trocken		trocken		trocken	
Farbe							
3. Besonderheiten?							
4. Durchwurzelung (Wie stark? Wie tief?):							
III. Bodenaufbau auf Blatt Papier zeichnen							
IV. Bestimmung des PH-Wertes							
(je ein Gefäß bis ca 50 ml mit der Probe befüllen; dann bis 100 ml mit destilliertem Wasser auffüllen; umrühren; Messzeit mit Indikatorstäbchen ca. 5 min.)							
1. in der Humusauflage		PH-Wert:					
2. im verbraunten Mineralboden		PH-Wert:					
3. im nicht verbraunten Mineralboden (relativ weit unten in der Bodengrube)		PH-Wert:					