



Waldpflege für Nachhaltigkeit und Klimawandel

Handbuch für Unterrichtseinheiten in Verbindung mit
Waldszenarien und Schulprojekt Arboretum für das Schmuttertal
Gymnasium

Bearbeitung: Maike Harms

Danksagung

An dieser Stelle soll all denjenigen gedankt werden, die die Umsetzung dieses Projektes ermöglicht haben. Stellvertretend für alle, die mitgewirkt haben:

- Prof. Dr. Maximilian Krott sei gedankt für die fachliche Betreuung zum Projektrahmen von ALTERFOR und Frau Annika Thomas für die redaktionelle Bearbeitung
- Als Auftraggeber und für die Finanzierung des Projektes seien dem Deutschen Forstverein und stellvertretend für diesen Frau Alexandra Arnold gedankt.
- Dieses Vorhaben wurde durch das EU Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm unter Förderungsvertrag Nr. 676754 finanziell unterstützt.
- Die kooperative Zusammenarbeit mit dem Schmuttertal Gymnasiums in Diedorf war durch das Engagement von Herrn Ralf Zöbelein möglich. Vielen Dank hierfür!

- Maike Harms

Vorwort

„Waldpflege für Nachhaltigkeit und Klimawandel“ steht im Titel dieses Handbuchs. Die beiden Begriffe Nachhaltigkeit und Klimawandel sind in den letzten Jahren in Bezug auf ihre Benutzung in sämtlichen Bereichen, Fachdisziplinen und Medien geradezu inflationär geworden. Der ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammende Begriff der Nachhaltigkeit meint im eigentlichen Sinne, nicht mehr Holz zu nutzen, als auf einer Fläche nachwachsen kann. In den vergangenen dreißig Jahren wurde insbesondere durch die Herausbildung des modernen Umwelt- und Naturschutzgedankens der Begriff der Nachhaltigkeit in seiner Bedeutung erweitert. Nachhaltigkeit im Sinne der Agenda der Vereinten Nationen bedeutet insbesondere Generationengerechtigkeit. Dies ist die Schnittstelle zum Klimawandel. Die klimatisch bedingten Veränderungen gehen einher mit Naturkatastrophen, Ressourcenknappheiten und der Frage, wie die heutigen Generationen in Verantwortung für ihre Nachkommen mit dieser komplexen Problematik umgehen.

Die Waldpflege ist im Allgemeinen die Aufgabe der Förster. Ein Wald muss gepflegt und geschützt werden, um auch zukünftigen Generationen erhalten und nutzbar zu bleiben. In Zeiten von rasanten klimatischen Veränderungen reicht dies allerdings nicht mehr aus. Standort- und Wuchsbedingungen ändern sich innerhalb kürzester Zeit. Ein Baum oder ein ganzer Wald braucht jedoch in der Regel mehrere Förstergenerationen, um seine Erntereife zu erreichen. Waldbau muss heute demnach so betrieben werden, dass der Wald, welcher in einhundert oder mehr Jahren gewachsen sein soll, diesen neuen Anforderungen vital und gesund standhält.

An den Universitäten, Versuchsanstalten und weiteren (forstlichen) Einrichtungen versucht man, Antworten auf diese Fragen zu finden. Dabei liegt die Schwierigkeit solcher Projekte oft darin, langfristig und vorausschauend den heutigen Wald sicher für eine ungewisse Zukunft zu gestalten. Im Rahmen des Projektes „Alternative Waldbaukonzepte der Zukunft“ versuchen die Projektleiter und deren Mitarbeitenden genau dieses. In zehn regionalen Fallstudien in neun verschiedenen europäischen Ländern werden alternative Waldbaukonzepte untersucht. Die Abkürzung "ALTERFOR" steht für den englischen Titel „alternative models and robust decision-making for future forest management“. Die Georg-August-Universität Göttingen und der Deutsche Forstverein sind zwei der deutschen Projektpartner. Der Deutsche Forstverein ist Auftraggeber dieses Handbuchs.

An der Technischen Universität München, einem weiteren deutschen Projektpartner, versucht man mit Hilfe des Simulationsmodells SILVA den Blick in die Zukunft des Waldes möglich zu machen. Mit der Software lässt sich die zukünftige Entwicklung des Waldes unter verschiedenen Waldbauszenarien simulieren. Das Modell setzt beim einzelnen Baum an und erlaubt ein Hochskalieren auf ganze Regionen und Landschaften. Im Rahmen des Projektes ALTERFOR wurden

Simulationen für die Region „Augsburg Westliche Wälder“ berechnet, die für den Umgang mit dem Wald vor Ort von Interesse sein können. So zum Beispiel für das Klimaarboretum in Schmuttertäl bei Augsburg. Das Schulprojekt Arboretum des Schmuttertäl Gymnasiums in Diedorf (Mark) ist ein innovatives Beispiel für eine Schule, die modern und nachhaltig ausbildet und erzieht.

Im Sinne des Auftrages „einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (kurz BNE) der Vereinten Nationen ist dieses Handbuch als Schnittstelle zwischen der Forschung an den Universitäten und dem waldpädagogischen Arbeiten mit Schülern im Schmuttertäl Arboretum zu sehen.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	Seite 1
Vorwort	Seite 2
Fallstudie: Alternative Waldbauverfahren	Seite 5
Arboretum	Seite 17
Anleitung zur Benutzung des Handbuches	Seite 22
Exkursionseinheiten:	
Exkursion zur Bedeutung des Waldes für die Region Augsburg	Seite 23
Exkursion Waldpflege	Seite 29
Exkursion zur Erhebung forstlicher Messdaten	Seite 33
Exkursion Biodiversität	Seite 36
Unterrichtseinheiten:	
Nachhaltigkeit	Seite 42
Wald und Gesellschaft	Seite 49
Klimawandel	Seite 52
Kalamitäten und Schädlinge	Seite 55

Abbildungsverzeichnis:

Titelblatt Logo ALTERFOR: Zuletzt abgerufen am 30.08.2020 um 22:38 unter: <https://alterfor-project.eu/visuals.html>

Titelblatt Logo Deutscher Forstverein: Zuletzt abgerufen am 30.08.2020 um 22:39 unter: <https://www.forstverein.de/aktuelles.html>

Abbildungen 1-11 (außer 3+4) zu SILVA entnommen aus den PowerPoint Präsentationen zum ALTERFOR Workshop Augsburg 2018.

Abbildung 3 ist eine Darstellung von Annika Thomas zur Visualisierung der Szenarien und Zielgrößen.

Abbildung 4 entnommen aus der Bachelorarbeit von Christina Wehling.

Sonstige Bilder wurden von der Autorin erstellt.

Fallstudie: Alternative Waldbauverfahren

An dieser Stelle soll der wissenschaftliche Hintergrund, vor dem dieses Handbuch entstanden ist, kurz dargestellt werden. Der Name ALTERFOR ist die Abkürzung für den englischen Titel „alternative models and robust decision-making for future forest management“. Auf Deutsch „Alternative Waldbaukonzepte der Zukunft“. Dahinter verbirgt sich ein überregionales Forschungsprojekt, bei dem von April 2016 bis September 2020 in zehn Fallstudien in neun verschiedenen europäischen Ländern an alternativen Waldbaukonzepten geforscht wird. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dabei helfen, ein besseres Waldbaumanagement für die Zukunft zu entwickeln.

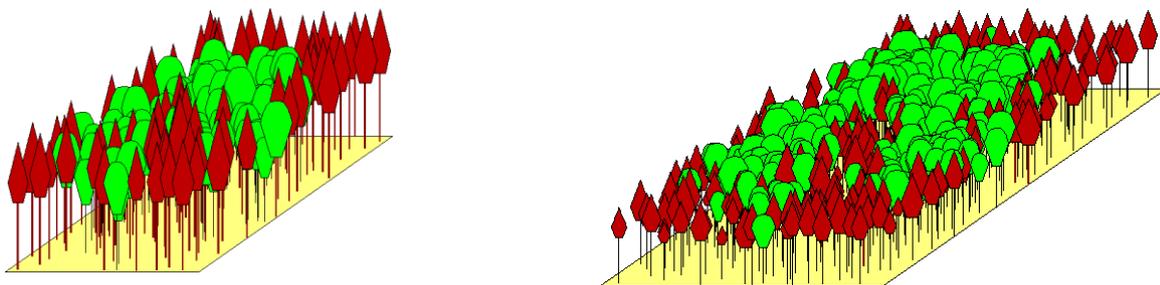


Abbildung 1 und 2 zeigen modellbasierte Simulationen von Wäldern. Unterschiedliche Farben der einzelnen Bäume können u.a. für verschiedene Baumarten stehen. Alter und Höhe der beiden Wälder unterscheiden sich. (Links: Hochwald, Rechts: Niedriger Wald mit einer höheren Dichte an Bäumen). Simulationen ermöglichen durch die Eingabe vieler Faktoren einen sehr detaillierten Blick in bestimmte Waldtypen.

Die Georg-August-Universität Göttingen, der Deutsche Forstverein und die Technische Universität München sind die drei deutschen Projektpartner. Die ALTERFOR - Arbeitsgruppe der Georg-August-Universität Göttingen von Prof. Dr. Max Krott und Dr. Michael Böcher beschäftigt sich in ihrem Forschungsschwerpunkt mit dem Transfer der wissenschaftlichen Modelle von der Forschung in die Praxis der verschiedenen (forstlichen) Akteure.

Die Entwicklung und Anwendung von quantitativen Modellen zum Waldwachstum ist einer der Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München (<https://www.waldwachstum.wzw.tum.de/>). Dazu gehört der Waldwachstumssimulator SILVA, der von der ALTERFOR-Arbeitsgruppe am Lehrstuhl um Dr. Peter Biber verwendet wurde. SILVA beruht auf vielfältigem Datenmaterial, welche aus Daten langfristigen Versuchsflächen stammen (Abbildung 1+2). Der Simulator wird unter anderem zur Unterstützung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung eingesetzt.

Um Simulationen durchführen zu können sind Daten erforderlich, die den Ausgangszustand des Waldes widerspiegeln. Darauf aufbauend können verschiedene waldbauliche Handlungsoptionen definiert werden. Viele Eingriffe im Wald zeigen erst nach Jahrzehnten eine Wirkung auf den Wald. Diese Entwicklungen können bei SILVA im „Zeitraffer“ ablaufen. Somit können zukünftige Waldentwicklungen unter den festgelegten Faktoren simuliert werden. Da SILVA beim einzelnen Baum ansetzt, besteht eine große Flexibilität im Hinblick auf die Einstellung der waldbaulichen Varianten. Im Projekt ALTERFOR wurden drei waldbauliche Varianten definiert und sechs Zielgrößen entwickelt (Abbildung 3).

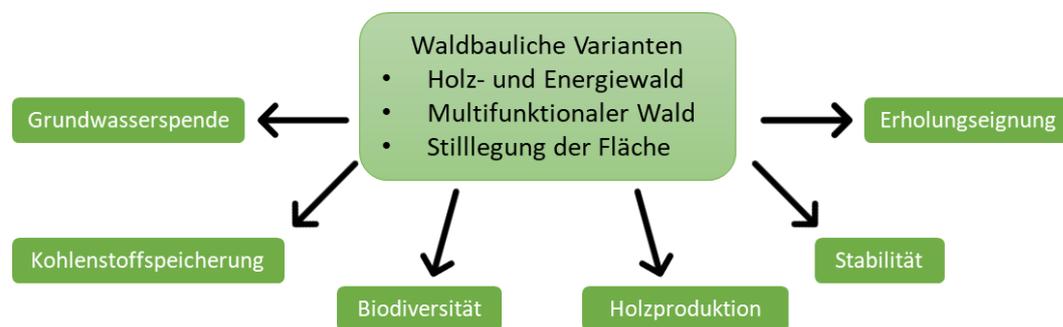


Abbildung 3: Die drei Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Nutzungsintensität (Hohe Wirtschaftlicher Nutzung: Holz- und Energiewald, Einbindung aller Waldfunktionen: Multifunktionaler Wald, Nutzungsverzicht: Stilllegung der Fläche) und werden anhand 6 Zielgrößen untersucht.

Nach Rechnung der Simulationsläufe können die Ergebnisse der unterschiedlichen Varianten (= „Szenarien“) verglichen und als Entscheidungshilfe für waldbauliche Handlungsmaßnahmen verwendet werden.

In der ALTERFOR-Fallstudie „Augsburg Westliche Wälder“ (AWW) wurden solche Simulationen mit den drei genannten Waldbauvarianten durchgeführt. Das Fallstudiengebiet liegt im Naturpark „Augsburg Westliche Wälder“ und weist eine Gesamtwaldfläche von 53.000 ha auf. Zur Beschreibung des Ausgangszustandes im Fallstudiengebiet wurden Inventurdaten der bayerischen Staatsforsten und der dritten Bundeswaldinventur verwendet. Die einzelnen Inventurpunkte konnten zu 400 s.g. Bestandstypen gruppiert werden, für die das waldbauliche Vorgehen gesondert definiert wurde. Damit können Waldflächen mit unterschiedlicher Arten- und Altersverteilung einzeln in die Simulationen eingebracht werden und auf Besonderheiten eingegangen werden. So muss unter dem Szenario „Multifunktionaler Wald“ beispielsweise ein alter Fichtenwald ganz anders behandelt werden als ein junger Buchenwald, obwohl das gleiche Szenario angewendet wird.

Die Wälder im Fallstudiengebiet befinden sich im Privatbesitz, im Eigentum des Freistaates Bayern oder verschiedener Körperschaften. Der Nadelholzanteil beläuft sich derzeit auf 86%, davon liegt der Hauptanteil mit 75% bei der Fichte. Zweithäufigste Baumart ist die Buche mit einem Anteil von lediglich 7%. (Abbildung 4).

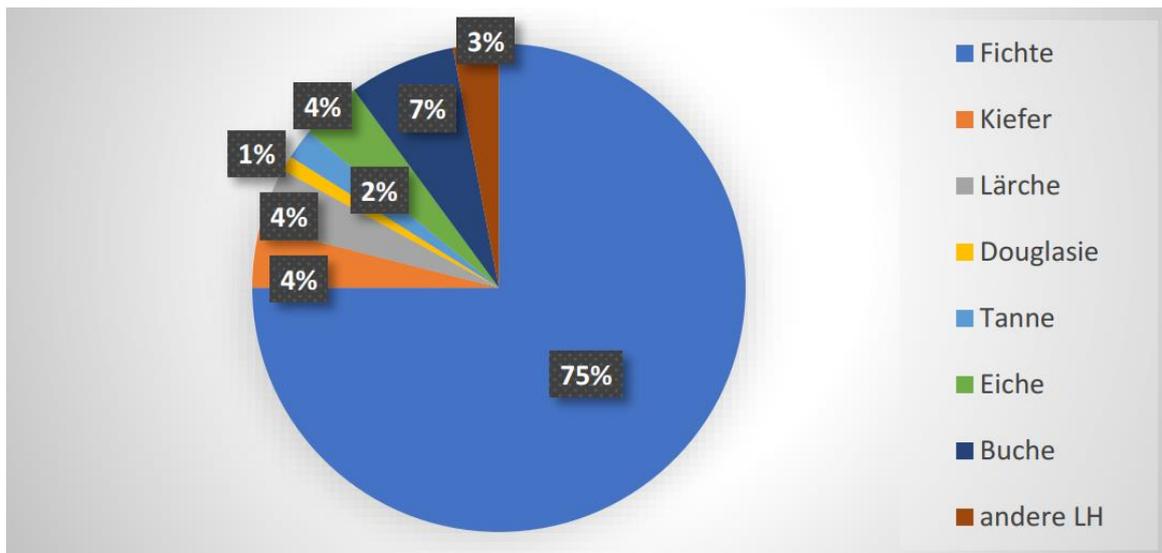


Abbildung 4: Die Wälder um Augsburg werden von der Fichte dominiert. Andere Baumarten sind unterrepräsentiert.

Fallstudie: Vorstellung und Ergebnisse der Szenarien

Szenario A: Holz- und Energiewald

Bei diesem Szenario ist das Ziel, den Wald so zu gestalten, dass dauerhaft möglichst viel Holz geerntet werden kann. Die Fichte wächst im Fallstudiengebiet sehr schnell und erreicht im Vergleich zu anderen Baumarten früher ihre Erntereife. Folglich wird in dem Szenario besonders auf diese (Wirtschafts-)Baumart gesetzt und deren Anteile erhöht.

Szenario B: Multifunktionaler Wald

Bei diesem Szenario soll ein Wald entstehen, in dem alle Funktionen des Waldes gleichzeitig und auf einer Fläche erfüllt werden. Dazu gehört die Produktion von Holz ebenso wie Erholungsfunktionen und der Naturschutz. Laubbaumarten wie die Buche und ein hoher Strukturreichtum (u.a. Alt- und Totholz, Mischung verschiedener Baumarten) werden gezielt gefördert. Dies geschieht durch häufige, aber moderate Pflege- und Erntemaßnahmen.

Szenario C: Stilllegung

Bei diesem Szenario werden keine waldbaulichen und wirtschaftlichen Maßnahmen mehr ergriffen. Der Wald steht unter Prozessschutz, das bedeutet, dass menschliche Eingriffe zugunsten der natürlich ablaufenden Prozesse ruhen. Lediglich zur Verkehrssicherung darf hier eingegriffen werden.

Betrachtung der drei Szenarien unter Berücksichtigung der Zielgrößen

Alle Szenarien werden im Hinblick auf die sechs Zielgrößen untersucht. Die Ergebnisse werden durch Graphiken verdeutlicht. In allen Abbildungen ist das Szenario A: Holz- und Energiewald in Rot, Szenario B: Multifunktionaler Wald in Grün und Szenario C: Stilllegung in Blau dargestellt. Auf der x-Achse wird der Verlauf der Simulation in Jahren von 0 bis 100 abgebildet (nicht zu verwechseln mit dem Alter des Bestandes).

1. Holzproduktion

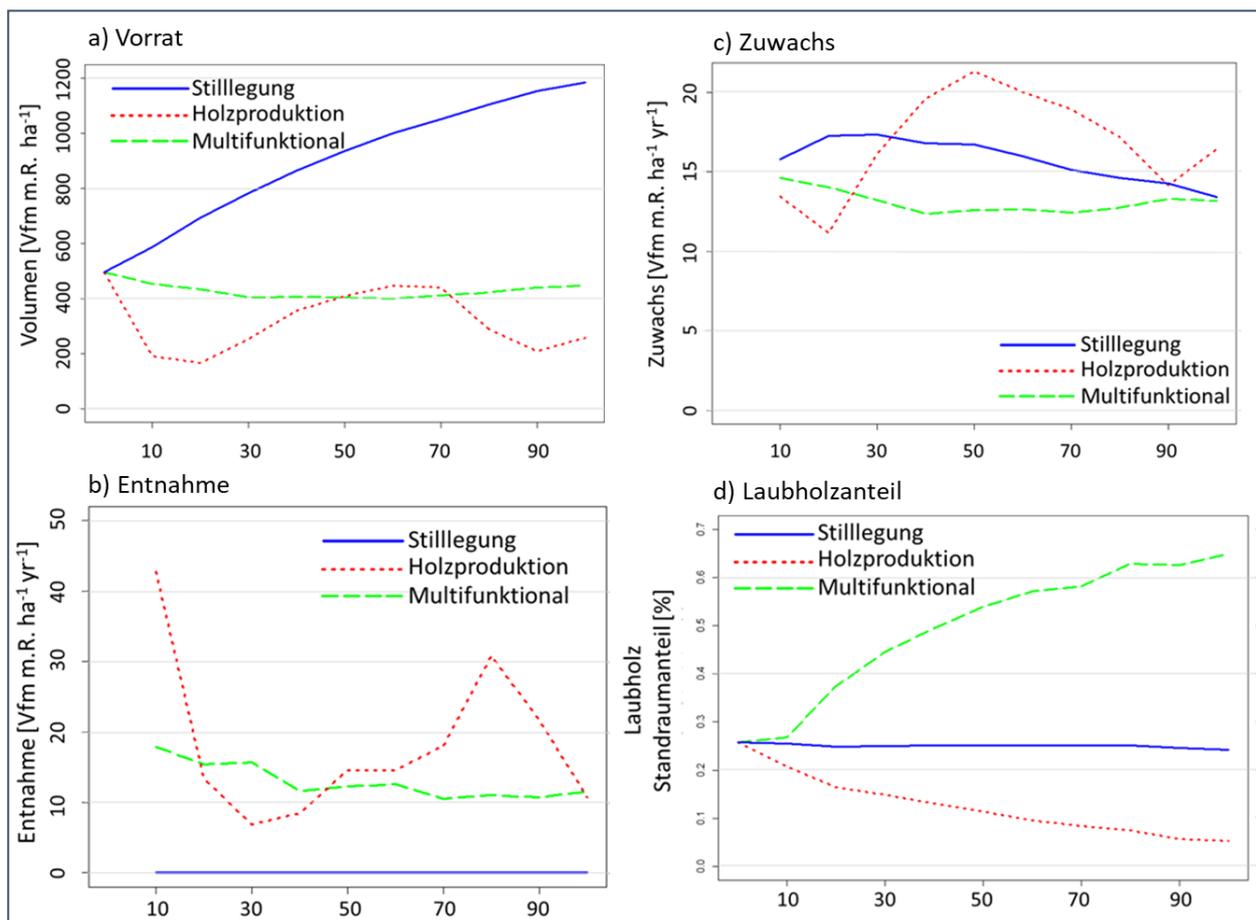


Abbildung 5: Übersicht der drei Szenarien im Bezug zur Zielgröße Holzproduktion anhand von vier Faktoren: a) (Holz)-Vorrat, b) Entnahme von Holz, c) Zuwachs der Holzmen gen im Wald, d) Laubholzanteil

Im Hinblick auf Vorrat, Zuwachs und Entnahmen unterliegt der Holz- und Energiewald starken Schwankungen, da seine Bewirtschaftungsweise die ungleiche Altersverteilung (Abbildung 5) nicht ausgleicht, eher noch betont. Das stehende Holzvolumen (Abbildung 5a) nimmt während der Entnahmezeitpunkte (Abbildung 5b) im Durchschnitt ab. Besonders die hohe Entnahme zu Beginn des Untersuchungszeitraumes (Abbildung 5b) ist auffällig. Damit eine möglichst hohe Holzproduktion gewährleistet werden kann, müssen die teils zu alten Bestände schnell geerntet und verjüngt werden. Wenn die Mehrzahl der Bestände ein mittleres Alter erreicht hat, erreicht der Zuwachs ein

Maximum (Abbildung 5c). Der Anteil an Laubholz (Abbildung 5d) nimmt im Verlauf der Simulation ab, da Nadelholz konsequent gefördert wird.

Im multifunktionalen Wald kommt es zu Beginn der Simulation zu Maßnahmen, welche das Laubholz fördern sollen. Dadurch sinkt der Vorrat (Abbildung 5a) geringfügig, stabilisiert sich aber schnell auf einem Niveau von etwa 400 m³/ha. Laubbäume wachsen durchschnittlich langsamer als Nadelbäume (Fichte), daher ist der Zuwachs (Abbildung 5c) des multifunktionalen Waldes im Durchschnitt deutlich niedriger als der im Holz- und Energiewald, verläuft aber wesentlich gleichmäßiger. Die Entnahmen (Abbildung 5b) gehen im Simulationszeitraum etwas zurück und stabilisieren sich bei etwa 10 m³/ha/Jahr. Dafür kann der Laubholzanteil (Abbildung 5d) durch die gezielten Maßnahmen verdoppelt werden.

Bei der Variante der Stilllegung ist der Vorrat (Abbildung 5a) im Vergleich zu den anderen Szenarien am höchsten und nimmt im Simulationszeitraum stetig zu. Dies liegt daran, dass die durchweg nutzungsreifen Bestände ihre maximal möglichen Dichten und Alter erreichen, bei denen sie in den beiden anderen Szenarien längst geerntet worden wären. Der Zuwachs (Abbildung 5c) nimmt nach einem Maximum etwa 30 Jahre nach Simulationsbeginn beständig ab. Dies entspricht der natürlichen Gesetzmäßigkeit, dass der Zuwachs von Beständen in höherem Alter zurückgeht (Abbildung 5b). Der Laubholzanteil (Abbildung 5d) bleibt im Verlauf der Simulation weitestgehend gleich hoch.

2. Kohlenstoffspeicherung

Für die Ermittlung der Kohlenstoffspeicherung haben die Wissenschaftler der TU München im Rahmen des Projektes ALTERFOR eine eigene Methode zur Kohlenstoffbilanzierung entwickelt und auf die oben umrissenen Simulationsergebnisse angewendet. Bei einer Kohlenstoffbilanzierung wird berechnet, ob das zu untersuchende Objekt (hier: Wald) Kohlenstoff speichert oder freisetzt. Die Abbildung 6 zeigt die Kohlenstoffbilanzen im Wald, in den zugehörigen Holzprodukten, die Einsparung von Kohlenstofffreisetzung durch die Verwendung von Holz, sowie die Gesamtbilanz des Systems.

Die Bilanzen sind in Tonnen Kohlenstoff je Hektar und Jahr (t/ha/a) angegeben. Eine positive Bilanz bedeutet, dass Kohlenstoff aufgenommen wird, eine negative Bilanz bedeutet eine Freisetzung von Kohlenstoff (als CO₂) in die Atmosphäre. In jedem Szenario ist die Gesamtkohlenstoffbilanz die Summe der Bilanzen im Wald plus in Produkten aus geerntetem Holz plus eingesparten Emissionen durch die Verwendung von Holz anstelle von anderen Rohstoffen.

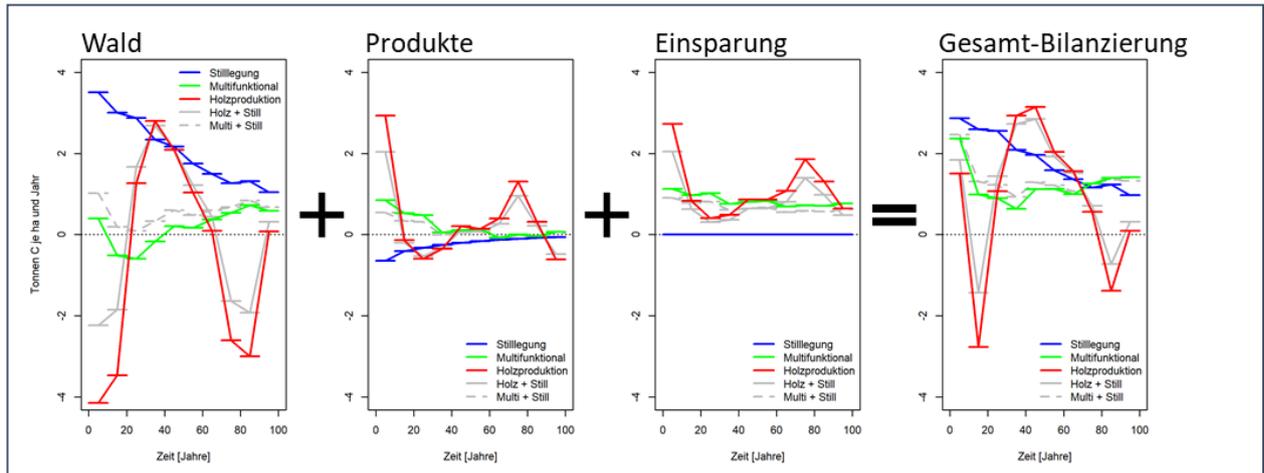


Abbildung 6: Die Gesamt-Bilanz zur Kohlenstoffspeicherung ergibt sich aus der Verrechnung dreier Einzel-Bilanzen.

Die starken Schwankungen in Szenario „Holzproduktion“ (rote Linie) sind auf die ungleichmäßige Altersklassenverteilung zurückzuführen, die in diesem Szenario nicht geregelt ist. Dieser Umstand wird daher nicht für die Interpretation der Ergebnisse in Bezug zur Kohlenstoffbilanz berücksichtigt.

Die Ergebnisse für dieses spezifische hochproduktive Waldgebiet mit der Fichte als dominierender Baumart belegen, dass die Flächenstilllegungen eine hohe Kohlenstoffaufnahme im Wald durch die wachsenden und nicht geernteten Bäume zeigen. Die Aufnahme in den Produktvorräten und - am wichtigsten - die Substitutionseffekte sind dagegen gleich Null. Hierbei wird dann von einem Substitutionseffekt gesprochen, wenn Holzprodukte, als nachwachsende Ressource, andere Produkte mit einer schlechteren Bilanz ersetzen können. In diesen Effekten wird ein großer Vorteil gesehen und sollte bei einer Kohlenstoffbilanzierung ebenso berücksichtigt werden, wie die Speicherkapazität des Waldes selbst.

Die Szenarien der multifunktionalen Forstwirtschaft und der maximalen Holzproduktion akkumulieren dagegen langfristig nicht wesentlich mehr Kohlenstoff im Wald (rote und grüne Linie). Ähnlich verhält es sich mit den Holzproduktbilanzen; die anfänglich positiven Bilanzen deuten auf eine vorübergehende Erhöhung der gespeicherten Kohlenstoffmenge hin, die sich jedoch nach einigen Jahrzehnten wieder abflacht (Produktkohlenstoffbilanzen oszillieren um Null).

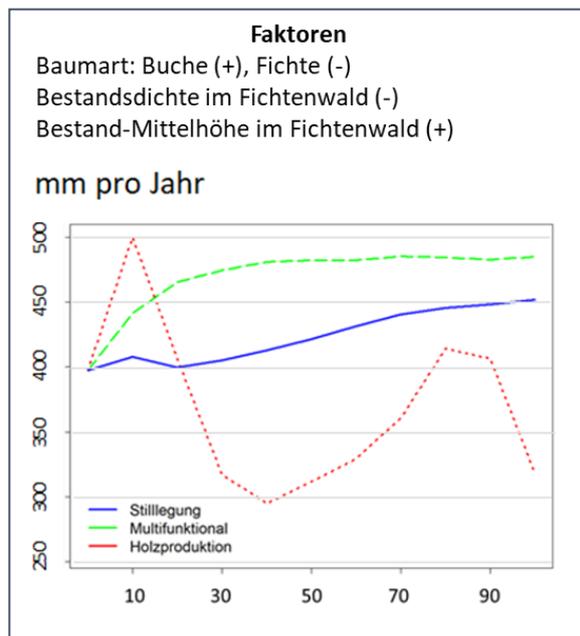
Im Gegensatz zum Stilllegungsszenario ergeben sich jedoch bei beiden Bewirtschaftungsszenarien dauerhafte Kohlenstoffeinsparungen in der Größenordnung von 1 t/ha/a Kohlenstoff im Wald. Dies resultiert aus der dauerhaften nachhaltigen Bereitstellung des Rohstoffs Holz. Die Verwendung dieses Holzes anstelle von anderen Rohstoffen (Stahl, Beton ...) vermeidet Kohlenstoffemissionen in der oben genannten Größenordnung.

Nach 100 Jahren zeigen alle drei Szenarien ein ähnliches Niveau der Gesamtkohlenstoffbilanz, wobei das Stilllegungsszenario einen weiter sinkenden Trend aufweist, während beide Bewirtschaftungsszenarien eine konstante positive durchschnittliche Kohlenstoffbilanz aufweisen. Langfristig werden diese Szenarien die einzigen sein, die einen anhaltenden Kohlenstoffbindungseffekt haben.

3. Grundwasserneubildung

Die Abschätzung der Grundwasserneubildung beruht ebenfalls auf einem an der Technischen Universität München entwickelten Ansatz. Hierbei müssen nicht nur die eigentlichen Regenfälle, die Grundlage für eine Grundwasserneubildung im Wald sind, sondern auch andere Parameter berücksichtigt werden. So gibt der Wald abhängig von Baumart und Struktur mehr/weniger Wasser in Form von Verdunstung (Interzeption, Transpiration und Evaporation) an die Atmosphäre ab. Die Bäume selbst benötigen Wasser als Lebensgrundlage, welches zumeist durch die Wurzeln im Boden aufgenommen wird. Erst das Niederschlagswasser, das durch das Kronendach hindurch in den Waldboden und anschließend nicht von den Pflanzen (und Tieren) aufgenommen wird, kann im Boden gespeichert werden.

Vor allem Laubholzdominierte Bestände weisen bessere Voraussetzungen für eine potenzielle Grundwasserneubildung auf. Das Waldinnenklima führt zu geringeren Temperaturen, die wiederum Verdunstung verringern. Das fehlende Laub im Winter lässt den Wasserbedarf der Bäume stark sinken, sodass mehr Wasser im Boden bleibt. Es sollte jedoch immer bedacht werden, dass jede Baumart, jeder Bodentyp und jede Bestandsstruktur unterschiedliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt hat und der hier vorgestellte Erklärungsansatz für dieses Projekt entsprechend stark vereinfacht wurde. Für die Grundwasserneubildung ist der Anteil der Fichten in den drei Szenarien entscheidend, da diese die geringste potenzielle Grundwasserneubildung ermöglicht und am sensibelsten auf Änderungen in den Bestandsdichten reagiert (rote Linie). Daher schwankt im Holz- und Energiewald die Grundwasserneubildung stark und zeigt eine abnehmende Tendenz (Abbildung 7). Im Vergleich zu den anderen beiden Szenarien fällt sie gering aus.



Die Abbildung 7 zeigt die Grundwasserneubildung in mm pro Jahr in Abhängigkeit zu den drei Szenarien an.

Der multifunktionale Wald (grüne Linie) hingegen hat durch seinen hohen Laubholzanteil eine deutlich höhere Fähigkeit zur Grundwasserneubildung. Sie steigt im Verlauf der Zeit an und erreicht im Vergleich die höchsten Werte.

Im stillgelegten Wald (blaue Linie) steigt die Grundwasserneubildung vorerst an, jedoch kann sie im Vergleich nicht mit dem multifunktionalen Wald mithalten, da kein aktiver Waldumbau mit einer Förderung von Laubholz betrieben wird.

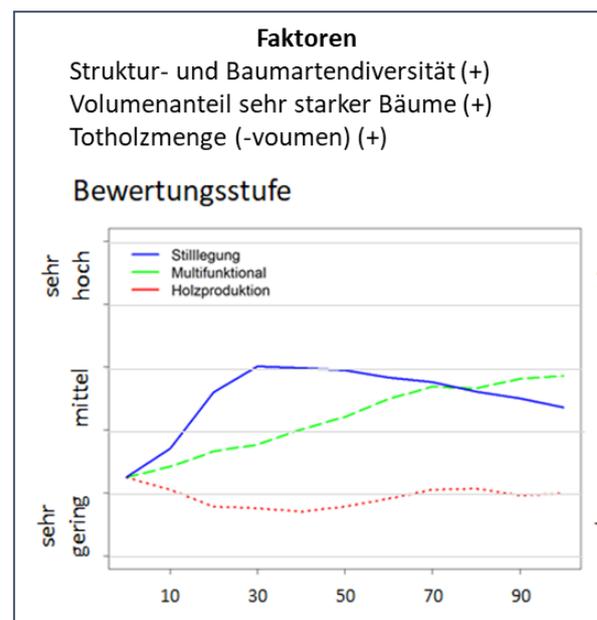
4. Biodiversität

Für die Abschätzung der Biodiversität wurde an der TU München ein regelbasierter Ansatz entwickelt in verschiedene Ausprägungen der Diversität im Wald, der Volumenanteil sehr starker Bäume, sowie das vorhandene Totholzvolumen eingehen (Abbildung 8). Letztere sind Indikatoren für eine hohe Biodiversität, da sie als wertvolle Habitate vielen hochspezialisierten Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum bieten.

Im sehr monoton aufgebauten Holz- und Energiewald (rote Linie) fällt die Biodiversität eher gering aus. Die Bäume werden hier bereits früh geerntet, wodurch kaum starke Bäume vorkommen; die Diversität sowohl im Hinblick auf die Baumarten als auch in struktureller Hinsicht ist in den vorherrschenden plantagenartigen Beständen gering ausgeprägt. Totholz akkumuliert nur in geringfügigem Ausmaß.

Die Biodiversität im multifunktionalem Wald (grüne Linie) nimmt mit der Zeit stetig zu. Dies liegt daran, dass im Verlauf der Zeit der Anteil an starken Bäumen und der Anteil an verschiedenen Laubhölzern zunehmen. Dadurch, und durch die vermehrte Schaffung ungleichaltriger Bestände, steigt die Struktur- und damit auch die Artenvielfalt.

Kommt es im Wald zu einer Stilllegung der Fläche (blaue Linie), nimmt die Biodiversität vorerst zu. Der Anteil an starken Bäumen und an Totholz kann vorerst zunehmen. Nach etwa 40 Jahren aber beginnt der Wald eine Gleichförmigkeit anzunehmen, da keine Eingriffe mehr erfolgen, durch die z.B. Laubholz oder seltene Arten gezielt gefördert werden könnten. Deswegen geht die Biodiversität langsam zurück. Bemerkenswert erscheint, dass in den ersten 70 Jahren der Simulation die höchste



Die Abbildung 8 zeigt den Grad an Biodiversität in den drei Szenarien (sehr gering, mittel, sehr hoch).

Biodiversität im Szenario „Stilllegung“ vorhanden ist, langfristig aber vom Szenario „multifunktionaler Wald“ überholt wird (Abbildung 8).

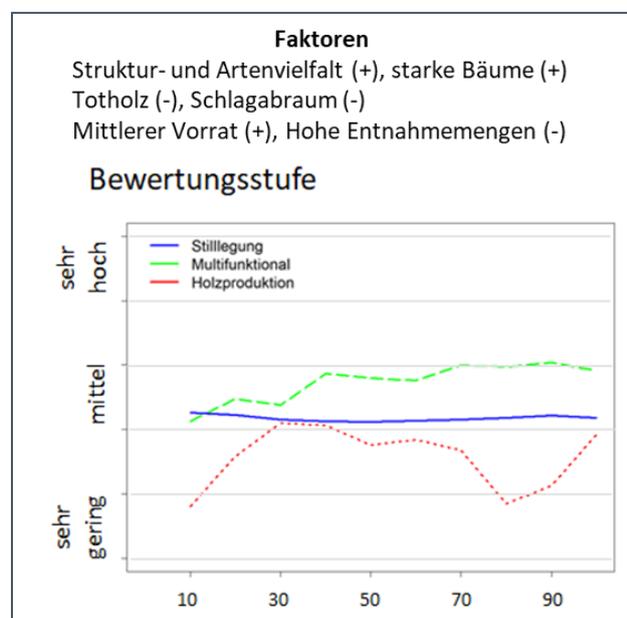
5. Erholungseignung

Die Erholungseignung ist etwas, was jeder Waldbesucher sehr individuell wahrnimmt. Deswegen lässt sie die Bewertung der Eignung von Wäldern als Erholungsort schwer vereinheitlichen. In dem von der TU München entwickelten Ansatz wurden daher neben der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur die Einschätzung der lokalen Praktiker am Amt für Ernährung, Landwirtschaft von Augsburg besonders berücksichtigt. Dadurch konnten die gültigen Vorlieben der Erholungssuchenden vor Ort bestmöglich abgebildet werden. Da eine detaillierte Darstellung des verwendeten Regelsystems und aller verwendeten Variablen zu weit führen würde sei gesagt, dass die Erholungseignung dann besonders hoch eingeschätzt wird, wenn sich der betreffende Wald dem Laien als „natürlich“ darstellt, obwohl er in Wirklichkeit bewirtschaftet ist. Somit werden Merkmale, die deutlich auf eine intensive Bewirtschaftung hinwiesen (z.B. größere Mengen Schlagabraum) ebenso negativ gesehen wie solche, die auf wenig Bewirtschaftung hindeuten (z.B. größere Mengen Totholz).

Die Erholungseignung im Holz- und Energiewald (rote Linie) schwankt naturgemäß wegen der zeitlich stark unterschiedlich anfallenden Entnahmen und wird im Vergleich mit den anderen beiden Varianten als am geringsten eingestuft. Die Sichtbarkeit der Eingriffe und die geringe Artenvielfalt (Monokultur) werden als störend empfunden. Wenn sich das Waldbild wieder normalisiert, steigt auch die Erholungseignung wieder an (Abbildung 9).

Im multifunktionalen Wald (grüne Linie) wird die Erholungseignung am höchsten bewertet. Dort steigt sie im Verlauf der Zeit an. Die Waldbesucher nehmen die schonende Wirtschaftsweise kaum wahr. Die durch die Bewirtschaftung entstehende charakteristische Struktur- und Baumartenvielfalt der Bestände werden positiv beurteilt.

Im stillgelegten Wald (blaue Linie) verändert sich die Beurteilung der Erholungseignung während des Simulationszeitraumes kaum. Zunächst steigen die strukturelle Diversität und der Anteil starker



Die Abbildung 9 zeigt den Grad der Erholungseignung der Wälder abhängig von den

Bäume, was positiv empfunden wird. Ebenso positiv wahrgenommen wird das Ausbleiben von Erntemaßnahmen. Jedoch nehmen gleichzeitig die Totholz mengen zu und die Bestände werden durch das unkontrollierte Wachstum der Pflanzen dunkel und schlecht begehbar. Dieses Waldbild ruft eine bedrohliche und unheimliche Wirkung auf die Erholungssuchenden hervor. Folglich gleichen sich beide Tendenzen im ganzen Simulationszeitraum weitgehend aus. Insgesamt liegt der stillgelegte Wald zwischen den anderen beiden Varianten (Abbildung 9).

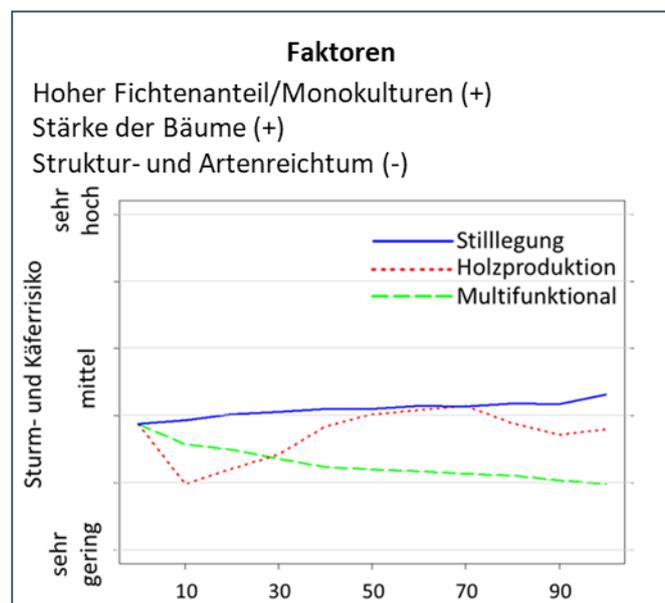
6. Stabilität

Die wichtigsten Risikofaktoren für die Wälder im Untersuchungsgebiet sind Sturmwürfe und Borkenkäfer, allen voran der Buchdrucker, der stärkere Fichten befällt und unter bestimmten Bedingungen großflächig zum Absterben bringen kann. Regelmäßig entstehen solche Bedingungen in der Folge von Sturmwürfen. Deshalb werden beide Risiken (Sturm und Borkenkäfer) zusammen betrachtet.

Je mehr Fichten in einem Bestand stehen, desto höher ist das Risiko für Schäden (Monokulturen sind grundsätzlich anfälliger, Fichten neigen auf vielen Standorten zur Instabilität, der Buchdrucker ist an die Fichte gebunden). Auch ein hoher Anteil von stärkeren, d.h. höheren Bäumen steigert das Risiko, da das Sturmwurfrisiko mit der Höhe deutlich ansteigt und der Buchdrucker vornehmlich stärkere Fichten befällt (s.o.). Das Risiko für Sturm- und Käferschäden wird durch Struktur- und Artenreichtum gesenkt (Abbildung 10).

Bei der Simulation für den Holz- und Energiewald (rote Line) schwankt das Sturm- und Käferisiko deutlich über der Zeit. Es ist am geringsten, wenn junge Bestände die Landschaft dominieren und am höchsten, wenn hiebsreife Bestände vorherrschen. Nach den ersten 30 Jahren liegt das Risiko in diesem Szenario deutlich über dem multifunktionalen Wald (Abbildung 10), was an den hohen Fichtenanteilen und der ungünstigen Struktur der Bestände liegt.

Im multifunktionalen Wald (grüne Grafik) nimmt das Schadrisiko im Verlauf der Zeit immer weiter ab. Dies liegt vor allem am



Die Abbildung 10 zeigt an, wie gefährdet die Stabilität der Wälder ist. Dabei wird das Risiko an Sturm- und Käferschäden geschätzt.

deutlich höheren Laubholzanteil und der aktiven Schaffung strukturreicher, ungleichaltriger Bestände.

Im Gegensatz dazu steigt bei Stilllegung das Schadrisiko. Dies liegt daran, dass der Anteil an Fichten relativ hoch bleibt und gleichzeitig der Anteil an größeren Bäumen zunimmt, die sowohl im Hinblick auf Sturmwurf als auch auf im Hinblick auf den Buchdrucker anfälliger sind (im Falle von Fichten).

Übertragung der Fallstudie auf das Arboretum

Die Simulationen und ihre Ergebnisse, wie sie für das Fallstudiengebiet „Augsburg Westliche Wälder“ entwickelt wurden, lassen sich, selbst in vereinfachter Form, zu diesem Zeitpunkt nicht direkt auf das Schulprojekt Arboretum anwenden. Damit die gepflanzten Bäume genügend Platz zum Wachsen haben, sollte die Begleitvegetation um die einzelnen Individuen entfernt werden. Auch die Erstellung eines anwenderfreundlichen Lageplans, indem sich alle gepflanzten Bäume wiederfinden lassen, wertet das Arboretum weiter auf. Das Ziel eines Arboretums liegt weiterhin nicht direkt darin ganze Waldökosysteme zu erschaffen und zu erforschen, wie es im Fallstudiengebiet „Augsburgs Westliche Wälder“ möglich ist. Vielmehr soll den Besuchenden ein Eindruck verschaffen werden, welche Vielfalt an (heimischen) Baumarten vorhanden ist und wie sich die einzelnen Baumarten in ihrem Äußeren aber auch in ihrer Ökologie voneinander unterscheiden.

In einer Art von erweiterter Patenschaft könnten die Schüler auf alternativ für diesen Zweck im Einzugsgebiet der Schmuttertalschule bereitgestellten Waldflächen die Ergebnisse der Szenarien anwenden. Dies kann in Zusammenarbeit mit dem betreuenden Umweltzentrum und den AnsprechpartnerInnen der bayerischen Staatsforsten vor Ort geschehen. Damit bestünde die Möglichkeit, die durch forstliche Inventuren erfassten Daten der entsprechenden Flächen mit Hilfe der Szenarien mit den Schülern verständlich anzuwenden.

Der Versuch, die dargestellten Simulationsergebnisse schülergerecht auf Exkursionen und Unterrichtseinheiten im Schularboretum anzuwenden, wurde in den folgenden Lerneinheiten unternommen. Es wurde versucht, die verschiedenen Kriterien (Holzproduktion, Kohlenstoffspeicherung, Biodiversität, Erholungseignung, Stabilität und Grundwasserspende) mehr oder weniger ausführlich auf die Lerneinheiten aufzuteilen. Diese wurden mit anderen Materialien wie Zeitungsartikeln und Onlinerecherche ergänzt, um den Schülern einen verständlichen Einstieg in die jeweiligen Themen geben zu können. Dies geschah in Zusammenarbeit mit den Lehrkräften des Schmuttertal Gymnasiums.

Wer sich vertiefend mit der Arbeit der Projektpartner von ALTERFOR beschäftigen möchte, dem bieten sich folgende Informationsmöglichkeiten:

Homepage von ALTERFOR: <https://alterfor-project.eu/>

Homepage des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der Technischen Universität München:
<https://www.waldwachstum.wzw.tum.de/>

Homepage der Georg-August-Universität Göttingen: <https://www.uni-goettingen.de/de/modelle+f%C3%BCr+ein+waldmanagement+der+zukunft/537112.html>

Homepage des Deutschen Forstvereins: <https://www.forstverein.de/aktuelles.html>

Arboretum

Das Schmuttertal Arboretum, welches als Arbeitsgrundlage und exemplarische Forschungsfläche für dieses Handbuch dient, ist vermutlich nicht jeder Lehrkraft gleichermaßen vertraut. Sicherlich ist bekannt, dass es das Schulprojekt Arboretum gibt, aber nicht jeder Fachbereich wird bisher gleichermaßen mit dem Arboretum in Berührung gekommen sein. Für das produktive Arbeiten mit den Schülerinnen und Schülern bedarf es allerdings einer Übersicht über das Arboretum. Deswegen sollen an dieser Stelle ein paar wesentliche Hintergrundinformationen zum Schulprojekt Arboretum erläutert werden (Abbildung 11). Jede Lehrkraft ist somit befähigt, sich mit ihren Schülerinnen und Schülern an der Arbeit am und mit dem Arboretum zu beteiligen.



Abbildung 11: Ansicht auf das Arboretum mit Informationstafel.

Der Begriff *Arboretum* stammt aus dem Lateinischen und leitet sich von „*arbor*“ (der Baum) ab.¹ Mit Arboretum bezeichnet man eine Sammlung von Gehölzen, welche meist exotischer, nichtheimischer Herkunft sind. Für das Schulprojekt Arboretum des Schmuttertal Gymnasiums wurde in Anlehnung an diese klassische Vorstellung einer Gehölzsammlung ein sogenanntes Klimaarboretum geschaffen. Dieses liegt auf Sichtweite gegenüber des Schmuttertal Gymnasiums. Schule und Arboretum werden lediglich durch den Bachlauf der Schmutter voneinander getrennt. Diese natürliche Barriere erschwert jedoch den Weg, mit den Schulklassen, zum Arboretum, da sich dieser leider um 20 Minuten verzögert.

¹ Bedeutung entnommen aus: Stowasser. Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch. Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH München, 2006.

Bei einem Windwurfereignis im Sommer 2013 wurde der dort vorherrschende Fichtenhochwald zerstört. Auf der recht kleinen Windwurffläche, welche ehemals Genossenschaftswald war, wurde der Grundstock für das Schulprojekt gelegt. Die Fläche wurde von den bayerischen Landesforsten für das Projekt zur Verfügung gestellt. Die Finanzierung erfolgte durch die ZUKINA-Stiftung. Die Betreuung erfolgt in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Umweltzentrum.



*Abbildung 12: Namensschild für die gepflanzte „Vogelkirsche“.
Der Schriftzug ist durch Witterung schlecht lesbar geworden.*

Es wurden 42 heimische und nichtheimische Laub- und Nadelbaumarten auf der Windwurffläche gepflanzt. Insgesamt standen bei Projektbeginn 60 Bäume auf der Fläche. Diese wurden zur Wiedererkennung und Bestimmung mit einem Holzschild versehen, auf der die jeweilige Baumart mit dem deutschen Namen zu finden ist (Abbildung 12). Eine Liste gibt Übersicht über alle zu Projektbeginn gepflanzten Baumarten (Tabelle 1). Am Rand der Fläche wurden im Jahr 2019 mehrere Beobachtungskanzeln aufgestellt, mit der sich die Fläche und die angrenzende Landschaft gut beobachten lassen. Die Fläche sollte für ein sinnvolles pädagogisches Arbeiten regelmäßig freigeschnitten werden.

Der Name Klimaarboretum setzt den Schwerpunkt in der Ausrichtung dieses Schulprojektes. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich während der Arbeit im und mit dem Arboretum beispielhaft mit den Fragen und Problemen des Klimawandels beschäftigen. Nun soll dieses globale und komplexe Thema schülergerecht mit einem persönlichen Bezug betrachtet werden. Die Probleme und Fragen, die sich für die heimischen Wälder in Zukunft und auch schon jetzt, insbesondere nach den letzten beiden Hitzesommern der Jahre 2018 und 2019 stellen, sind ein solches Beispiel.

Der Wald als komplexes Ökosystem und Lebensraum vieler Pflanzen- und Tierarten steht vor der großen Herausforderung, sich in dieser ungewissen Zukunft in solcher Weise an die klimatischen Veränderungen anzupassen, dass er weiterhin beständig und vital und damit auch künftigen

Generationen erhalten bleibt. Die Bäume des Arboretums dienen anschaulich dazu, sich mit der Bedeutung der heimischen Wälder in Bezug auf die Klimaproblematik auseinander zu setzen.



Abbildung 13: Tafel mit Informationen bezüglich der Fläche und der Patenschaften

Die Schülerinnen und Schüler der fünften und sechsten Jahrgangsstufe des Gymnasiums sind in eine Baumpatenschaft eingebunden. Zu Anfang eines jeden Schuljahres übergeben die Sechstklässler den Fünftklässlern die Patenschaft für einen Baum des Arboretums (Abbildung 13). Für diesen wird dann in Gruppen von drei bis vier Schülern über die Dauer eines Schuljahres die Verantwortung übernommen, bis die Übergabe an die neuen Fünftklässler erfolgt. Im Rahmen dieser Baumpatenschaft werden durch die zuständigen Schülergruppen bei Exkursionen Daten erhoben und gegebenenfalls Pflegemaßnahmen am Baum getroffen.

Die Schülerinnen und Schüler des Schmuttertal Gymnasiums haben sogar eine eigene Homepage für das Arboretum und die Datenerhebung im Arboretum entworfen. Sie ist unter dem folgenden Link abrufbar: <https://gdarboretum2.wixsite.com/website>

Auf der Homepage haben sie die Projektaktivitäten der letzten Jahre in einer Chronik festgehalten. Außerdem können mit einer entsprechenden Zugangsberechtigung die Messdaten in die eigens dafür vorgesehene Datenbank eingepflegt werden.

Es wäre sehr sinnvoll, für die Arbeit im Arboretum eine Karte zur Übersicht mit den gepflanzten Baumarten und ihrer Anordnung auf der Fläche zu verwenden. Leider ist bisher keine Karte erstellt worden. Dieses Versäumnis sollte wenn möglich nachgeholt werden, auch um die tatsächliche Flächengröße und die künftigen Entwicklungen auf der Fläche besser nachvollziehen zu können. Außerdem muss der freie Zugang zu den Bäumen für die Exkursionen gewährleistet werden. Es sollte ein Pflegeplan für die Fläche entwickelt werden. Der mit Verzögerungen verbundene Weg der

Schüler zum Arboretum erschwert das Arbeiten im Gelände, vielleicht kann in Zusammenarbeit mit der zuständigen Behörde über die Option einer kleinen Brücke über die Schmutter nachgedacht werden.

Table 1 zur Übersicht der im Arboretum zu Projektbeginn gepflanzten Baumarten. Übernommen aus der Bachelorarbeit von Christina Wehling und der Schülerhomepage zum Arboretum.

Lateinischer Name	Deutscher Name	Herkunft/Verbreitung
Abies alba	Weißtanne	Südosteuropa, Ostasien
Abies concolor	Kolorado-Tanne	Nordamerika
Abies grandis	Küstentanne	Nordamerika
Acer campestre	Feldahorn	Mitteleuropa, Westasien
Acer platanoides	Spitzahorn	Europa
Acer pseudoplatanus	Bergahorn	Mitteleuropa, Westasien
Aesculus hippocastum	Gewöhnliche Rosskastanie	Balkan
Betula pendula	Sandbirke	Europa, Nordamerika, Asien
Betula utilis	Himalaya-Birke	Himalaya
Carpinus betulus	Gemeine Hainbuche	Südeuropa, Kaukasus
Castanea sativa	Edelkastanie	Südeuropa
Cathaya argyrophylla	Taubenbaum	China
Cedrus atlantica	Atlas-Zeder	Nordafrikanisches Atlas-Gebirge
Cercidiphyllum	Kuchenbaum	Ostasien
Ginkgo biloba	Ginkgo	China
Juglans nigra	Schwarznuss	Nordostamerika
Larix	Lärche	*
Larix kaempferi	Japanische Lärche	Japan
Liquidambar styraciflua	Amerikanischer Amberbaum	Amerika
Liriodendron tulipifera	Tulpenbaum	Nordamerika
Malus sylvestris	Wildapfel	Europa, Vorderasien
Metasequoia glyptostroboides	Urweltmammutbaum	China
Paulownia tomentosa	Blauglockenbaum	Zentral- und Westchina
Pinus	Kiefer	*
Pinus nigra	Schwarzkiefer	Südeuropa, Nordafrika
Populus balsamifera	Balsam-Pappel	Nordamerika
Prunus avium	Platane	Nordhalbkugel
Pseudotsuga menziesii	Douglasie	Nordamerika
Pyrus pyraister	Wildbirne	Westeuropa, Kaukasus
Quercus cerris L.	Zerreiche	Südeuropa
Quercus petraea	Traubeneiche	Mitteleuropa
Robinia pseudoacacia	Robinie	Nordamerika
Sequoiadendron giganteum	Riesenmammutbaum	Kalifornien
Sorbus aria	Echte Mehlbeere	West-, Mittel-, Südeuropa
Sorbus domestica	Speierling	Südeuropa, Kleinasien, Nordwestafrika
Taxus baccata	Eibe	*

Thuja occidentalis	Abendländischer Lebensbaum	Nordostamerika
Tilia cordata	Winterlinde	Europa, Kaukasus
Tilia platyphyllos	Sommerlinde	Mittel- und Südeuropa
Tsuga	Hemlocktanne	*
Ulmus glabra	Bergulme	Europa
Ulmus minor	Feldulme	Europa
		* Art/Herkunft unbekannt

Anleitung zur Benutzung des Handbuches

Dieses Handbuch wurde für das waldpädagogische Arbeiten mit Schülern der unteren Gymnasialstufen im Schmuttertal Arboretum konzipiert. Die Zielgruppe sind die Lehrer des Schmuttertal Gymnasiums. Diesen kann mit Hilfe dieses Handbuches das waldpädagogische Arbeiten erleichtert werden. Der Aufbau und das Konzept des Handbuches sind in enger Zusammenarbeit mit den Lehrkräften des Gymnasiums entstanden. In dieser Anleitung soll die Benutzung des Handbuches kurz erläutert werden.

Als Format für das Handbuch wurde bewusst die Form eines Ordners gewählt. Diese Entscheidung hat den Hintergrund, dass die Lehrkräfte die entsprechenden Arbeitsmaterialien herausnehmen können, um sie für die Benutzung zu vervielfältigen. Außerdem kann somit das Handbuch flexibel erweitert und ergänzt werden. Es sei den Lehrkräften freigestellt, den Ordner mit eigenen Ideen fortzupflegen.

Der Inhalt des Ordners wurde als lose Blattsammlung zusammengetragen, welche sich in Einheiten unterteilt. Die einzelnen Einheiten sind als eigenständige Exkursions- bzw. Unterrichtseinheiten zu sehen. Sie decken schwerpunktmäßig den Fachbereich Biologie der fünften und sechsten Jahrgangsstufe ab. Hinzu kommen kleinere Einheiten für andere Fachbereiche und Vertretungsstunden. Diese anfängliche Ausrichtung beruht auf dem Konzept der Baumpatenschaft, welches schwerpunktmäßig die fünfte und sechste Jahrgangsstufe in die Arbeit mit dem Arboretum einbindet. Die Einbindung weiterer Fachbereiche und Jahrgangsstufen kann nach Belieben ergänzt und erweitert werden.

Das pädagogische Konzept der Schule sieht vor, dass die Schülerinnen und Schüler neben klassischem Frontalunterricht auch eigenständig und in Gruppen arbeiten sollen. Die Bearbeitung von Arbeitsaufträgen in Eigenverantwortung sowie das Arbeiten mit gedruckten und digitalen Medien sind erwünscht. Deswegen beruhen die waldpädagogischen Einheiten dieses Handbuches nicht nur auf direkter Arbeit im Arboretum, sondern beinhalten auch Übungen für theoretische Aufgaben und Recherche. Es wurde versucht, einen Zusammenhang zwischen dem im Arboretum Erlebten und der theoretischen Vor- und Nachbereitung im Unterricht zu schaffen.

Exkursion zur Bedeutung des Waldes für die Region Augsburg

Thema: Messungen und Anwendung der wichtigsten Ergebnisse der Szenarien

Lernziel: Die Schüler sollen sich über vereinfachte Messungen im schuleigenen Arboretum mit den wichtigsten Ergebnissen der Fallstudie AWW beschäftigen. Dabei sollen sie einen Einblick in die Bedeutung des Waldes für die Region Augsburg bekommen.

Phase 1: Vorbereitung

In der ersten Phase sollen sich die Schüler mit Arbeitsaufträgen im Unterricht auf die Exkursion in das Arboretum vorbereiten.

Phase 2: Exkursion

In der zweiten Phase sollen die Schüler eine Exkursion in das Arboretum unternehmen. Hierfür muss genügend Zeit eingeplant werden (mindestens 20 Minuten bis halbe Stunde)! Die Schüler sollten dem Wetter angemessen gekleidet mit der nötigen Verpflegung und Ausstattung zur Exkursion erscheinen. Die Beschaffung der Hilfsmittel wie Messgeräte oder Werkzeug muss vorab organisiert werden. Bei der Exkursion sollen die Schüler nach Anleitung eigene, kleine Messungen im Arboretum vornehmen. Dabei wird nicht der Anspruch der wissenschaftlichen Korrektheit erhoben, dass die Ergebnisse der Messung statistisch verwertbar sein sollten. Ziel ist, dass die Schüler über das Ausprobieren im Gelände vertiefend mit dem Thema vertraut werden und eigene Erfahrungen sammeln können.

Phase 3: Nachbereitung

In dieser abschließenden Phase geht es um die Auswertung der Messergebnisse. Dies soll wieder im Rahmen des Unterrichts geschehen. Die Auswertungsphase soll die im Gelände durchlebten Erfahrungen bewusst reflektieren. Dabei schließt sich der Bogen zu den Kernfragen aus Phase 1.

Arbeitsblatt: zur Bedeutung des Waldes für die Region Augsburg

1. Vorbereitung

Zur Vorbereitung auf die Exkursion in das schuleigene Arboretum sollt ihr euch mit den wichtigsten Ergebnissen der Fallstudie Augsburg Westliche Wälder (AWW) beschäftigen. Schaut euch hierfür den von Studenten der Georg-August-Universität entwickelten Film an und lest den beigefügten Text „Wichtigste Ergebnisse der Fallstudie AWW“. Teilt euch in drei etwa gleichgroße Gruppen auf. Jede Gruppe soll eines der waldbaulichen Hauptszenarien bearbeiten.

Gruppe A: Holz- und Energiewald

Gruppe B: Mischwald

Gruppe C: Stilllegung

Beantwortet dabei die zugehörigen Fragen:

1. Welche Eigenschaften zeichnen euer Waldbauszenario aus?
2. Wie entwickelt sich euer Waldbauszenario in Hinblick auf die Parameter Holzzuwachs, Kohlenstoffspeicher, Grundwasserspende, Biodiversität, Erholungseignung und Stabilität?
3. Welchen Zusammenhang seht ihr zu eurem Arboretum?

Im Anschluss an die Gruppenarbeitsphase sollt ihr eure Ergebnisse den anderen Gruppen vorstellen.

2. Messung

Bei der Exkursion sollen eigene Messdaten erhoben werden. Teilt euch wieder in die drei Gruppen auf:

- Verteilt die 54 registrierten Bäume gleichmäßig untereinander auf.
- Sucht die einzelnen Bäume auf und dokumentiert jeweils je Baum die Höhe und den BHD (Durchmesser in 1,3 m Höhe). Erfasst die erhobenen Daten in einer EXCEL Tabelle zur weiteren Auswertung und Dokumentation.
- In einer Bemerkungsspalte erfasst Ihr ob der Baum noch vorhanden ist und in welchem Zustand er sich befindet (nicht mehr vorhanden / lebend / abgestorben / beschädigt).
- In einer weiteren Spalte erfasst ihr den Zustand der Beschilderung (nicht mehr vorhanden / sanierungsbedürftig / in gutem Zustand).

3. Auswertung der Messergebnisse

Setzt euch in den drei Gruppen zusammen. Jede Gruppe soll nun ihre Messergebnisse der Exkursion auswerten. Bringt eure Ergebnisse dabei so in eine digitale Form, dass ihr sie den anderen Gruppen verständlich vorstellen könnt. Nach der Präsentation eurer Ergebnisse und dem Zusammenfügen der erhobenen Daten aller Gruppen könnt ihr folgende Fragen diskutieren:

- Wie hoch ist der Anteil der Laubbäume in Anzahl und Prozent?
- Wie hoch ist der Anteil der Nadelbäume in Anzahl und Prozent?
- Wie viele Bäume sind nicht mehr vorhanden oder abgestorben?
- Welche Baumarten sollten als Ersatz hierfür gepflanzt werden?
- Wie viele Bäume werden wohl noch in 100 Jahren auf der Fläche zu finden sein?
- Wie beurteilt ihr die Arten- und Strukturvielfalt im Arboretum?
- Welche Handlungsmöglichkeiten ergeben sich für das Arboretum (stellvertretend für den Wald um Augsburg) aufgrund der Erkenntnisse aus den Szenarien?
- Welche Konsequenzen zum Handeln ergeben sich für den Wald in Deutschland bzw. im globalen Kontext?

Arbeitstext: Wichtigste Ergebnisse der Fallstudie AWW:

Textabschnitt Gruppe A: Holz- und Energiewald

Das Szenario des Holz- und Energiewaldes zeichnet sich durch einen hohen Anteil an schnellwüchsigen Nadelholzarten wie der Fichte aus. Nach 100 Jahren sollen die Bestände möglichst gleichaltrig und gleichförmig aufgebaut sein. Dies fördert man durch waldbauliche Maßnahmen in Form von Pflegeeingriffen, bei denen zu bestimmten Zeitpunkten gezielt einzelne Bäume zur Förderung des verbleibenden Bestandes entnommen werden. Dadurch unterliegen diese Bestände im Laufe der Zeit allerdings immer wieder starken Schwankungen z.B. im Holzvolumen. Kommt es zu einem Pflegeeingriff, nimmt das Holzvolumen ab. Nach den Entnahmezeitpunkten nimmt der Zuwachs wiederum stark zu, da die verbleibenden Bäume besser wachsen können. Der Laubholzanteil nimmt durch die Nadelholzförderung deutlich ab. Auch die Kohlenstoffspeicherung unterliegt starken Schwankungen. Nach einer Entnahme steigt die Bindung durch das starke Wachstum der jungen Bäume an. Durch die Bindung von Kohlenstoff in Holzprodukten ist die Bilanz hier positiv. Die Grundwasserspende ist geringer als in den anderen beiden Szenarien, da die Nadelbäume das ganze Jahr über begrünt sind und mehr Wasser verbrauchen. Die Biodiversität ist ebenfalls gering, da durch die frühe Entnahme bei Eingriffen kaum starke Bäume und wenig Totholz auf der Fläche verbleiben. Die Arten- und Strukturvielfalt ist somit leider auch gering. Die Erholungseignung unterliegt Schwankungen, weil die Waldbesucher nach den Entnahmezeitpunkten das Waldbild als ungeordnet und gestört erleben. Durch den hohen Fichtenanteil und die schlechte Struktur in den Beständen ist die Risikobewertung für den Holz- und Energiewald eher mittelmäßig zu beurteilen. Nadelbäume wie die Fichte, insbesondere wenn sie in Monokultur angebaut werden, sind sehr anfällig gegenüber Sturm und Schädlingen.

Arbeitstext: Wichtigste Ergebnisse der Fallstudie AWW:

Textabschnitt Gruppe B: Mischwald

Beim Szenario des Mischwaldes wird ein strukturreicher Waldbestand angestrebt, in dem sowohl Laub - als auch Nadelbaumarten vertreten sind. Der Hauptanteil liegt hierbei auf Laubbaumarten wie der Rotbuche und auf Edellaubhölzern wie dem Ahorn oder der Esche. Durch die klimatischen Veränderungen werden auch neue, nicht europäische Baumarten auf der Fläche angepflanzt. Der Holzvorrat sinkt zunächst durch die Maßnahmen zur Laubholzförderung. Der Zuwachs liegt unter dem der anderen beiden Szenarien, weil die Laubbäume langsamer im Dickenwachstum sind. Deswegen wird auch die Entnahme erst spät am Ende der 100 Jahre durchgeführt. Der Laubholzanteil ist im Mischwald am höchsten, er wird in den 100 Jahren sogar verdoppelt. Durch die schonende waldbauliche Behandlung unterliegt die Kohlenstoffspeicherung keinen großen Schwankungen und steigt kontinuierlich an. Die Grundwasserspende ist im Mischbestand am besten, dort wird am meisten Grundwasser neu gebildet im Vergleich zu den anderen beiden Szenarien. Die Biodiversität ist durch den hohen Anteil an Laubholz und die Förderung starker Bäume (mit Totholz) sehr hoch. Die hohe Arten- und Strukturvielfalt fördert wiederum den Erholungswert. Die Erholungseignung wird von den Waldbesuchern durch die schonenden und kaum sichtbaren Eingriffe als sehr hoch eingestuft. Die Stabilität des Bestandes nimmt im Verlauf der Zeit zu, weil auch der Anteil an Laubholz im Bestand zunimmt. Laubholz ist weniger anfällig gegenüber Sturm und Schädlingseignissen.

Arbeitstext: Wichtigste Ergebnisse der Fallstudie AWW:

Textabschnitt Gruppe C: Stilllegung

Beim Szenario der Stilllegung wird die gesamte Fläche aus der Nutzung genommen. Dies bedeutet, dass außer Pflegeeingriffen zur Verkehrssicherung keine Nutzung auf diesen Flächen stattfindet. Es gibt keine Forstwirtschaft. Die Entwicklung der Bäume und des Bestandes wird sich selber überlassen. Im Laufe dieses Prozesses setzen sich die stärksten und dominantesten Arten durch und weniger dominante Arten sterben ab. Die verbleibenden Bäume werden in diesen Beständen durch fehlende Eingriffe immer älter, weshalb sie zwar einen hohen Holzvorrat aufweisen, ihr Zuwachs jedoch nimmt mit steigendem Alter ab. Da keine Pflegemaßnahmen zur Laubholzförderung ergriffen werden, nimmt im Laufe der Zeit auch der Laubholzanteil ab. Ähnlich verhält es sich mit der Kohlenstoffspeicherung. Diese steigt zunächst an, ihre Bilanz ist allerdings negativ, weil kein Kohlenstoff in Holzprodukten gespeichert wird. Die Grundwasserspende steigt im Verlauf der Zeit an, jedoch bleibt sie geringer als im Mischwald, weil der Anteil an Nadelholz hier höher ist. Die Biodiversität erlebt zuerst einen Anstieg, erreicht aber irgendwann eine Grenze, da der Bestand sehr gleichförmig wird. Die Erholungseignung wird von den Waldbesuchern zwischen dem Erholungswert der anderen beiden Szenarien A und B eingestuft. Die Waldbesucher nehmen durch die Stilllegung kaum Veränderungen im Waldbild wahr. Umso älter die stillgelegten Bestände werden, umso mehr steigt auch das Risiko für Kalamitäten wie Sturm oder Schädlingsbefall. Dies liegt daran, dass der Anteil von Bäumen mit einem hohen Durchmesser hier stark zunimmt, da keine Ernte stattfindet.

Exkursion Waldpflege

Thema: Waldpflege im Arboretum.

Lernziel: Die Schüler sollen vergleichbar einem Förster im Wald Pflegemaßnahmen im Arboretum vornehmen. Dabei sollen sie einen Einblick in das Thema Waldpflege bekommen.

Phase 1: Vorbereitung

In der ersten Phase sollen sich die Schüler mit Arbeitsaufträgen im Unterricht auf die Exkursion in das Arboretum vorbereiten. Über die Bearbeitung der Lehrmaterialien soll ein Grundverständnis für das Thema Waldpflege geschaffen werden.

Es sollen die folgenden Kernfragen erarbeitet werden:

Was ist Waldpflege?

Wozu wird Waldpflege betrieben?

Worin besteht der Zusammenhang zum Arboretum?

Phase 2: Exkursion

In der zweiten Phase sollen die Schüler eine Exkursion in das Arboretum unternehmen. Hierfür muss genügend Zeit (mindestens 20 Minuten bis halbe Stunde) eingeplant werden! Die Schüler sollten dem Wetter angemessen gekleidet mit der nötigen Verpflegung und Ausstattung zur Exkursion erscheinen. Die Beschaffung der Hilfsmittel wie Messgeräte oder Werkzeug muss vorab organisiert werden. Bei der Exkursion ins Arboretum sollen die Schüler unter Aufsicht selber Pflegemaßnahmen ausführen.

Phase 3: Nachbereitung

In der abschließenden Phase der Nachbereitung sollen die Schüler die Erfahrungen, welche sie im Gelände durchlebt haben, aufbereiten. Dies soll im Rahmen des Unterrichts geschehen.

Arbeitsblatt: Waldpflege

1. Vorbereitung

1.1 Zum Einstieg in das Thema Waldpflege nutzt eure Möglichkeiten zur Onlinerecherche. Unter dem folgenden Link könnt ihr ein Video zum Thema Waldpflege abrufen.

<https://www.waldhilfe.de/warum-waldpflege/>

Schaut euch das Video an und beantwortet die folgenden drei Fragen:

Was ist Waldpflege?

Wozu wird Waldpflege betrieben?

Worin besteht der Zusammenhang zum Arboretum?

1.2 Das abgebildete Foto zeigt das Schulprojekt Arboretum in seinem Zustand vom Sommer 2020. Betrachtet das Bild und versucht folgende Fragen zu beantworten:



1. Hättet ihr euer Arboretum mit den gepflanzten Bäumen auf den ersten Blick erkannt?

2. Was könnte für die im Arboretum gepflanzten Bäume problematisch sein?

3. Wirkt sich der im Hintergrund stehende Fichtenwald auf die Bäumchen aus? (Kleiner Hinweis: schaut was in der Bildmitte zu sehen ist)

4. Was müsste sich ändern, damit ihr auf der Fläche vernünftig arbeiten könnt? Nennt konkrete Maßnahmen.

5. Was meint ihr, würde mit dem Arboretum passieren, wenn ihr keinerlei Maßnahmen zur Pflege ergreifen würdet?

1.3 Erstellt einen Pflegeplan für das Arboretum. Denkt dabei an den Zustand, den das Arboretum auf dem Foto hat. Wie soll euer Arboretum langfristig gestaltet werden?

2. Pflegemaßnahmen:

2.1 Die Schüler sollen kleine Gruppen bilden, denen Erwachsene als Betreuer zur Seite stehen. Jede der Gruppen soll sich einer Aufgabe des Pflegeplans widmen. Hier sind einige Vorschläge an Maßnahmen genannt, die ihr mit eurem eigenen Pflegeplan vergleichen könnt.

Freischneiden der Bäume

Kontrolle der einzelnen Bäume, Liste vorhanden ja/nein für Kurzinventur

ev. fehlende Bäume durch Nachpflanzung ergänzen

Kontrolle Verbißschutz, Umland auf Spuren von Wild untersuchen

Kontrolle der Beschilderung

Kontrolle der Hochstände, Sitzbank

Kontrolle und Anbringen von Nistkästen

2.2 Es wäre schön, wenn sich pro Gruppe ein Schüler als Protokollant dazu bereit erklären würde, die Maßnahmen schriftlich festzuhalten und ein paar Bilder von der Arbeit der Gruppen im Arboretum zu machen. Diese können auf der Schülerhomepage eingepflegt werden.

3. Nachbereitung

3.1 Nehmt euren Pflegeplan, den ihr in der vorbereitenden Phase entwickelt habt. Prüft nun, welche Bedingungen erfüllt wurden.

3.2 Welche Aspekte konnten nicht erfüllt werden? Warum?

3.3 Was muss bei der nächsten Exkursion zur Pflege des Arboretums besser laufen?

4. Zum Abschluss sollt ihr als Gruppe ein gemeinsames Ziel für die nächste Exkursion zur Pflege des Arboretums formulieren

Exkursion zur Erhebung forstlicher Messdaten

Thema: Einfache forstliche Messungen wie Zuwachs- und Dickenmessungen an den Bäumen des Arboretums.

Lernziel: Die Schüler sollen sich mit einfachen forstlichen Messungen im Arboretum beschäftigen. Über die Messungen sollen sie einen Einblick in die Erhebung von Daten, wie sie für forstliche Inventuren erhoben werden, bekommen.

Phase 1: Vorbereitung

In der ersten Phase sollen sich die Schüler mit Arbeitsaufträgen im Unterricht auf die Exkursion in das Arboretum vorbereiten.

Phase 2: Exkursion

In der zweiten Phase sollen die Schüler eine Exkursion in das Arboretum unternehmen. Hierfür muss genügend Zeit eingeplant werden (mindestens 20 Minuten bis halbe Stunde)! Die Schüler sollten dem Wetter angemessen gekleidet mit der nötigen Verpflegung und Ausstattung zur Exkursion erscheinen. Die Beschaffung der Hilfsmittel wie Messgeräte oder Werkzeug muss vorab organisiert werden. Bei der Exkursion sollen die Schüler nach Anleitung eigene, kleine Messungen im Arboretum vornehmen. Dabei wird nicht der Anspruch der wissenschaftlichen Korrektheit erhoben, dass die Ergebnisse der Messung statistisch verwertbar seien sollten. Ziel ist, dass die Schüler über das Ausprobieren im Gelände vertiefend mit dem Thema vertraut werden und eigene Erfahrungen sammeln können.

Phase 3: Nachbereitung

In dieser abschließenden Phase geht es um die Auswertung der Messergebnisse. Dies soll wieder im Rahmen des Unterrichts geschehen. Die Auswertungsphase soll die im Gelände durchlebten Erfahrungen bewusst reflektieren. Dabei schließt sich der Bogen zu den Kernfragen aus Phase 1.

Arbeitsblatt: zur Erhebung forstlicher Messdaten

1. Vorbereitung

Schüler aus vorherigen Jahrgängen haben für das Schularboretum eine eigene Homepage entworfen. Auf dieser gibt es auch die Möglichkeit, Messdaten in eine Datenbank einzugeben. Geht auf die Homepage und macht euch mit dem vertraut, was bisher dort gemacht wurde. Ihr findet die Homepage unter dem folgenden Link:

<https://gdarboretum2.wixsite.com/website>

Um zuverlässige und vergleichbare Daten über die Entwicklung eures Arboretums zu erhalten, ist es sinnvoll, regelmäßig Messungen durchzuführen. Deswegen sollt ihr euch das bisher verwendete Datenblatt vornehmen und es um ein paar Aspekte ergänzen. Achtet auch auf die Übersichtlichkeit in der Gestaltung der Tabelle. Hier sind einige Anregungen, wie ihr die bisher unternommenen Messungen ergänzen könnt:

Erstellen einer Karte

Kategorie Baum vorhanden ja/nein?

Messen der Höhe

Messen des Dickenzuwachs

Messung des Brusthöhendurchmessers (BHD)

Entfernungen schätzen von den Eckpunkten der Arboretumfläche auf die gegenüberliegende Seite

Flächengröße schätzen der Gesamtfläche oder markierter Teilflächen des Arboretums

Schätzen einer Baumhöhe im angrenzenden Fichtenwald für Vergleich mit Arboretumbäumen

Anbringen von Regenmessern

Damit ihr weiterhin sinnvoll in eurem Arboretum arbeiten könnt, wäre es gut, wenn ihr eine Karte des Arboretums hättet. Versucht eine Karte zu erstellen.

2. Messung

Nun sollt ihr selbst Messungen im Gelände durchführen. Nutzt dafür die Tabellenvorlage, welche ihr in der vorbereitenden Phase überarbeitet habt. Die Messdaten sollen so aufgenommen und niedergeschrieben werden, dass sie im Anschluss an die Exkursion in die Schülerdatenbank eingegeben werden können. Ihr müsst also sehr sorgfältig arbeiten.

Je nachdem, wie viele Aspekte ihr in eure Tabelle zur Messung aufgenommen habt, solltet ihr euch in kleinere Gruppen aufteilen. Es wäre schön, wenn jeder alles einmal messen würde.

3. Auswertung der Messergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse müssen die Daten in eine digitale Form gebracht werden. Nutzt hierfür ein entsprechendes Tabellenbearbeitungsprogramm. Wenn ihr damit fertig seid, pflegt eure Ergebnisse in die Datenbank der Arboretum - Homepage ein. Vergleicht die neuen Daten mit denen der Vorjahre? Lässt sich ein Trend erkennen?

Exkursion Biodiversität

Thema: Biodiversität und ihre Relevanz für Wald, Klima und Gesellschaft.

Lernziel: Die Schüler sollen sich mit dem Thema Biodiversität beschäftigen und verstehen lernen, wieso die Biodiversität so wichtig ist für den Wald, das Klima und die Menschen. Sie sollen einen Eindruck davon bekommen, wie man Biodiversität messen kann.

Phase 1: Vorbereitung

In der ersten Phase sollen sich die Schüler mit Arbeitsaufträgen im Unterricht auf die Exkursion in das Arboretum vorbereiten. Dafür muss als erstes ein Grundverständnis für das Thema Biodiversität im Wald geschaffen werden. Es sollen die folgenden Kernfragen erarbeitet werden:

Was ist Biodiversität? Was bedeutet sie im Sinne einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung?

Wieso ist eine hohe Biodiversität im Hinblick auf den Klimawandel so wichtig?

Wie kann die Biodiversität am Beispiel des Arboretums gemessen werden? Was sind die Kriterien?

Phase 2: Exkursion

In der zweiten Phase sollen die Schüler eine Exkursion in das Arboretum unternehmen. Hierfür muss genügend Zeit eingeplant werden! Die Schüler sollten dem Wetter angemessen gekleidet mit der nötigen Verpflegung und Ausstattung zur Exkursion erscheinen. Bei der Exkursion soll mit Hilfe eines Arbeitsblattes die Biodiversität im Arboretum, auf den gegenüberliegenden Wiesen und dem Grünland sowie im Rest des ehemaligen Fichtenhochwaldes gemessen werden. Dabei wird nicht der Anspruch der wissenschaftlichen Korrektheit erhoben, dass die Ergebnisse der Messung statistisch gesichert verwertbar seien sollten. Ziel ist, dass die Schüler über das Ausprobieren im Gelände vertiefend mit dem Thema Biodiversität vertraut werden. Sie sollen die Artenvielfalt auf den Flächen untersuchen. Einfache Bestimmungsbücher für Pflanzen und Insekten können dabei als Anregung dienen. Die Schüler sollen Fragen stellen, wenn sie z.B. eine ihnen unbekannte Art finden. Deswegen wäre es schön, wenn kundige Personen die Exkursion begleiten könnten. Jede Art die gefunden wird, wird gezählt. Die Schüler müssen die Arten dabei nicht wissenschaftlich bestimmen, sondern nur in einer Zähltable notieren.

Phase 3: Nachbereitung

In dieser abschließenden Phase geht es um die Auswertung der Messergebnisse. Dies soll wieder im Rahmen des Unterrichts geschehen. Die Auswertungsphase soll die im Gelände durchlebten Erfahrungen bewusst reflektieren. Dabei schließt sich der Bogen zu den Kernfragen aus Phase 1.

Als zusätzliche Quelle dient ein gekürzter Text über die genetische Vielfalt bei forstlichem Vermehrungsgut. Dieser ist in der LWF Aktuell 121, 2/2019 erschienen. Verfasser sind Dr. Muhidin Šeho und Dr. Barbara Fussi vom Amt für forstliche Saat und Pflanzenzucht (ASP) Bayern.

Das Original kann unter dem folgenden Link der Homepage der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft aufgerufen werden:

<http://www.lwf.bayern.de/biodiversitaet/biologische-vielfalt/216825/index.php>

Arbeitsblatt: Biodiversität

1. Vorbereitung

1.1 Zum Einstieg in das Thema Biodiversität (im Wald) nutzt eure Möglichkeiten zur Onlinerecherche. Unter dem folgenden Link könnt ihr ein kurzes Video abrufen, welches anlässlich zum internationalen Tag des Waldes 2020 (dies ist immer der 21. März eines jeden Jahres) erschienen ist:

<https://www.bmel.de/DE/themen/wald/waelder-weltweit/tag-des-waldes.html>

Schaut euch das Video an und beantwortet die folgenden drei Fragen:

1. Was macht den Wald als Lebensraum so besonders?
2. Wieso sind die vielen Arten von Lebewesen so wichtig (für den Wald)?
3. Wodurch wird der Lebensraum Wald samt seiner Artenvielfalt massiv bedroht?

1.2 Lest den Text zur Biodiversität im Wald. Nehmt euch dafür genug Zeit. Zur Hilfe sind die wichtigsten forstlichen Fachbegriffe unter dem Text erklärt. Beantwortet die folgenden Fragen mit Hilfe des Textes:

- 1.) Was bedeutet Biodiversität im Zusammenhang einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung?
- 2.) Auf welchen Ebenen funktioniert sie?
- 3.) Wieso ist die genetische Vielfalt im Wald so wichtig?
- 4.) Wie läuft die genetische Auslese im Wald ab?
- 5.) Was passiert durch den Klimawandel?
- 6.) Welche Maßnahmen werden ergriffen, um dem entgegen zu wirken? Welcher Zusammenhang besteht zu eurem Schularboretum?

1.3 Als Vorbereitung für die Exkursion in das Arboretum überlegt euch, wie ihr die Biodiversität im Arboretum messen könntet? Was sind mögliche Kriterien für eine Messung? Sammelt alle Aspekte die euch einfallen und haltet sie schriftlich fest.

2. Messung im Gelände

2.1 Mit Hilfe des Arbeitsbogens für die Messung sollt ihr nun die Biodiversität messen. Dafür zählt ihr alle Arten, die ihr finden könnt und notiert eure Ergebnisse in der dafür vorgesehenen Tabelle. Untersucht die Biodiversität einmal

- im Arboretum
- auf den gegenüberliegenden Wiesen und dem Grünland
- im Rest des ehemaligen Fichtenhochwaldes

Teilt euch dafür in drei gleichgroße Gruppen auf. Jede Gruppe untersucht eine Fläche. Als Hilfsmittel können Bestimmungsbücher dienen. Wichtig ist, dass ihr keine Arten doppelt zählt auf eurer Untersuchungsfläche! Denkt daran, dass es auch sehr kleine Tiere und unscheinbare Pflanzen gibt, die auch wichtig sind für eure Untersuchung.

2.2 Zum Abschluss der Exkursion sollt ihr euch über eure Erfahrungen austauschen. Dafür sollen alle Schüler wieder zusammenkommen und einen großen Kreis bilden. Jeder darf der Reihe nach kurz sagen, wie es ihm während der Exkursion ergangen ist.

3. Auswertung der Messergebnisse

3.1 Bildet erneut die Gruppen, wie sie auf der Exkursion bestanden haben. In jeder Gruppe sollte sich ein Schüler melden, der als Schriftführer die Daten eingibt. Gebt eure Ergebnisse in ein Tabellenprogramm wie Excel ein. Nutzt dazu die Tabellenvorlage.

3.2 Wenn alle Gruppen ihre Daten aufbereitet haben, sollen die Ergebnisse mit Hilfe folgender Fragen ausgewertet werden:

Wie viele Arten habt ihr auf eurer Fläche finden können?

Lässt sich anhand dessen eine Tendenz erkennen, welche der drei Flächen die höchste Biodiversität hat?

Habt ihr dieses Ergebnis erwartet? Denkt an den Text zur Biodiversität.

Wie groß ist die Aussagekraft eurer Untersuchung: Was könnte das Ergebnis beeinflusst haben? Wo könnten Fehler entstanden sein?

Jahr der Biodiversität - Förderung der Anpassungsfähigkeit - LWF Aktuell 121:

Die nachhaltige Waldbewirtschaftung hat das Ziel, die Biodiversität im Wald auf allen Ebenen (Ökosystem, Art und Gen) zu erhalten. Dadurch wird sichergestellt, dass die Anpassungsfähigkeit von heutigen und zukünftigen Waldgenerationen erhalten bleibt. Die genetische Vielfalt ist die Basis für die Anpassungsfähigkeit und das Überleben der Baumarten bei sich ändernden Umweltbedingungen. [...]

Zu Beginn der Verjüngung eines Bestandes stehen viele Millionen von Samen zur Verfügung. Nur ein Teil davon keimt und wächst zu einem Baum. Am Ende steht nur noch ein Bruchteil der Samen als erwachsene Bäume in einem Bestand. Diese sind dann diejenigen, die mit den Umweltbedingungen am besten zurechtgekommen sind. Die genetischen Anpassungsprozesse brauchen Zeit und werden in der Forstwirtschaft über das Vermehrungsgut bzw. über die Bewirtschaftungsform und die Verjüngungszeiträume in einem Bestand gelenkt.

Die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen laufen jedoch so schnell ab, dass sich die Populationen durch die natürlichen Prozesse vielerorts nicht anpassen können (Chen et al. 2011, Warren et al. 2013). Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit, im Klimawandel unterstützend und lenkend einzuwirken. Aus forstlicher Sicht ist die Steigerung der Artenvielfalt durch Erweiterung der Baumartenpalette und Streuung des Betriebsrisikos auf mehrere Mischbaumarten geeignet, um stabile Waldbestände zu bilden. Dabei sollen neben den Hauptbaumarten auch seltene Baumarten (z.B. Elsbeere, Speierling, Flatterulme, Feldahorn, Eibe) berücksichtigt werden, die sich durch die bisherigen Konkurrenzbedingungen nur in kleineren Nischen durchsetzen konnten. Zusätzlich können nicht-heimische Baumarten zur Stabilisierung labiler Fichten- und Kiefernbestände beitragen.[...]

Begriffserklärung:

Verjüngung = so nennt man den Vorgang, wenn ein Wald sich z.B. durch das Herabfallen der Samen verjüngt

Bestand = forstwirtschaftliche und waldbauliche Einheit von Bäumen auf einer Fläche

Vermehrungsgut = alle Komponenten der Verjüngung wie Samen oder Zapfen

Bewirtschaftungsform = Form der Waldbewirtschaftung wie z.B. Energiewald oder Mischwald

Verjüngungszeiträume = Abstände und Zeitpunkte, zu denen durch waldbauliche Maßnahmen Verjüngung eingeleitet wird

Betriebsrisiko = Risiko, welches der Unternehmer bei der Bewirtschaftung seines Waldes trägt (Schäden etc.)

Tabellenvorlage zur Messung der Biodiversität

Fläche:	
Artengruppe	Anzahl der gefundenen Arten
Bäume	
Sträucher	
Krautschicht	
Gräser	
Moos	
Pilze	
* Bodenbewohner	
Insekten	
Vögel	
Wirbeltiere	
Reptilien	

***Bodenbewohner meint alle Tiere, die auf oder im Boden leben**

Nachhaltigkeit

Thema: Geschichte und Bedeutung des Begriffes der Nachhaltigkeit.

Lernziel: Die Schüler sollen sich mit dem Begriff der Nachhaltigkeit beschäftigen und verstehen, was dieser eigentlich bedeutet.

Diese Einheit ist als Ergänzung zu den Kerninhalten des ALTERFOR-Projektes zu sehen. Die ALTERFOR-Arbeitsgruppe der Georg-August-Universität Göttingen beschäftigt sich mit dem Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis, in diesem Fall zu der Akteursgruppe der Schüler und Lehrer. Im Bereich der Umweltbildung für Schulen werden immer wieder das Thema und der Begriff Nachhaltigkeit aufgegriffen. Leider fehlt es oftmals an einer korrekten Erklärung des Begriffes. Dies soll hier schülergerecht erfolgen.

Nachhaltigkeit ist ein Begriff, der in den letzten Jahren in sämtlichen Bereichen gerne benutzt wird. Um zu verstehen, was Nachhaltigkeit im jeweiligen Zusammenhang eigentlich bedeutet, muss man sich mit der geschichtlichen Entwicklung des Begriffes beschäftigen. Vor etwa 300 Jahren wurde dieser erstmals im forstlichen Zusammenhang verwendet. Inzwischen haben die Vereinten Nationen durch ihre „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ und ihre „17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung“ den Begriff in den Zusammenhang der Zukunftsgestaltung der Welt gerückt.

Die Schüler sollen durch die Bearbeitung des Textes die wichtigsten Stationen in der Begriffsgeschichte herausarbeiten. Im nächsten Schritt soll auf der Grundlage des angeeigneten Grundwissens mit Hilfe der eigenen Kreativität in Gruppenarbeit an weiteren Lösungsansätzen zur nachhaltigen Gestaltung der Zukunft und des Waldes gearbeitet werden.

Um zu überprüfen, dass die wichtigsten Aspekte verstanden worden sind, sollen die Schüler am Ende ein kleines Quiz beantworten. Dafür dient der Quizbogen, für den auch ein Lösungsbogen zur Überprüfung beigelegt ist.

Arbeitsblatt: Nachhaltigkeit

1.1 Lest den Text zur Geschichte der Nachhaltigkeit. Nehmt euch dafür genug Zeit.

1.2. Bildet drei etwa gleich große Gruppen. Jede der drei Gruppen soll nun einen Abschnitt des Textes detaillierter bearbeiten. Ziel der Gruppenarbeit ist, den eigenen Textabschnitt so gut zu bearbeiten, dass die Ergebnisse der Gruppenarbeit den anderen beiden Gruppen am Ende der Stunde vorgestellt werden können.

Gruppe A: Fragen für den ersten Textabschnitt:

1. Was war der Hintergrund für den Aufschwung des Nachhaltigkeitsgedankens vor 300 Jahren?
2. Knappheit von Ressourcen bedeutet immer eine endliche Nutzung dieser Ressourcen. Seht ihr einen Zusammenhang zu möglichen Problemen, die heute bestehen?
3. Was sind eurer Meinung nach Lösungsansätze für das Problem der endlichen Nutzung von Ressourcen?

Gruppe B: Fragen für den zweiten Textabschnitt:

1. Welches Prinzip liegt der modernen Bedeutung von Nachhaltigkeit zugrunde?
2. Was bedeutet dieses Prinzip? Betrifft es nur uns Menschen?
3. Was sind eurer Meinung nach weitere wichtige Ziele für eine nachhaltige Entwicklung? Sammelt eure Ideen.

Gruppe C: Fragen für den dritten Textabschnitt:

1. Wie sollte der Wald der Zukunft am besten gestaltet werden? Nennt das Hauptprinzip.
2. Wie kann jeder einzelne von uns die Artenvielfalt im Wald und im Generellen nachhaltiger gestalten?
3. Welche Schwierigkeiten, Fragen oder Ungewissheiten könnten für die Gestaltung eines solchen Mischwaldes relevant sein? Sammelt mögliche Fragen.

2. Formuliert nun eine Nachhaltigkeitsagenda für euer Arboretum. Versucht in ein paar Sätzen die für euch wichtigsten Aspekte zusammenzutragen. Wie wollt ihr euer Arboretum nachhaltiger gestalten?

3. Zum Abschluss sollt ihr nun in einem kleinen Nachhaltigkeitsquiz überprüfen, ob ihr die wichtigsten Aspekte erfasst habt. Füllt dafür den Fragebogen aus. Im Anschluss könnt ihr eure Antworten mit dem Lösungsbogen vergleichen.

„Kleine Geschichte der Nachhaltigkeit“

In diesem Essay soll die Geschichte der Nachhaltigkeit kurz dargestellt werden. Der Begriff der Nachhaltigkeit wird seit ein paar Jahren in vielerlei Zusammenhängen verwendet (1). Doch was bedeutet eigentlich „Nachhaltigkeit“ oder „nachhaltig“?

Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde in einer Notsituation geboren. Bereits zu Zeiten des Mittelalters gibt es Berichte und Quellen, die in manchen Orten von einer lokalen Holzknappheit berichten (2). Um das Jahr 1713 herum hatte die Holznot durch den damaligen Bergbau und die beginnende Industrialisierung immer stärker zugenommen (3). Der sächsische Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz gilt als sogenannter "Erfinder der Nachhaltigkeit". Zwar hat er das Prinzip der Nachhaltigkeit nicht erfunden, aber er schrieb in seinem berühmten forstlichen Werk „Anweisungen zur wilden Baumzucht“ als erster über eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen (4). Im forstlichen Sinne meint Nachhaltigkeit, nicht mehr Holz zu nutzen, als auf der Fläche nachwachsen kann (5).

In den 1960er Jahren wuchs das allgemeine Umweltbewusstsein immer mehr (6). Die Vereinten Nationen, ein Bündnis von 193 Staaten auf der ganzen Welt, riefen 1972 in Stockholm zu einer gemeinsamen Umweltkonferenz auf (7). Bei dieser ging es auch um eine Neuinterpretation des Begriffes der Nachhaltigkeit. Ein Kernaspekt der modernen Bedeutung ist die Generationengerechtigkeit. Damit ist gemeint, dass jede Generation so leben soll, dass nachfolgende Generationen dieselbe Chance auf eine intakte Welt haben (8). In 17 Zielen wollte man versuchen, die nachhaltige Gestaltung der Zukunft zu formulieren (9). Neben der Bekämpfung von Armut und Ungleichheit gehören auch umweltbezogene Ziele wie der Schutz von Landökosystemen (dazu gehören die Wälder), die Bekämpfung des Klimawandels oder der Schutz der Ozeane zur Zielsetzung (10).

Der Begriff der Nachhaltigkeit hat inzwischen im Alltag vieler Menschen Einzug gehalten. Jeder kann durch gezielte Entscheidungen zu einer nachhaltigen Welt beitragen. So kann man mit dem Fahrrad zur Schule fahren und nicht mit dem Auto. Für die Wälder von heute bedeutet eine nachhaltige Bewirtschaftung, dass der Wald der Zukunft im Hinblick auf die vielen klimatischen Veränderungen gestaltet werden muss. Ein Mischwald mit hoher Artenvielfalt eignet sich dazu am besten. Allerdings gibt es viele Fragen, für die erst Antworten gefunden werden müssen. Deswegen werden in vielen großen und kleinen Forschungsprojekten Versuche unternommen, wie man den Wald widerstandsfähiger machen kann. Das Schulprojekt Arboretum ist ein Beispiel für so ein Projekt im kleinen, lokalen Rahmen.

- (1) Herrmann, Bernd: Geschichte und Konzept der Nachhaltigkeit oder was „42“ wirklich bedeutet (abgesehen vom Universum und dem ganzen Rest). In: Gleitsmann-Topp, R.-J.; Wittmann, J. E.: Daimler. Automobile Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz. Gestern-Heute-Morgen. Stuttgarter Tage zur Automobil- und Unternehmensgeschichte 2013. Wissenschaftliche Schriftenreihe der Mercedes-Benz Classic Archive Band 17. IPa. Vaihingen/Enz, 2014.
- (2) Küster, Hansjörg: Kleine Mitteleuropäische Wald- und Forstgeschichte. In: Aus Politik- und Zeitgeschichte. Wald. 67. Jahrgang, 49-50/2017, 4. Dezember 2017, S. 12.
- (3) Schmidt, Uwe E.: Waldfrevel contra staatliche Interessen. Die sozialgeschichtliche Bedeutung des Waldes im 18. und 19. Jahrhundert. In: Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg (Hrsg.): Der deutsche Wald. Der Bürger im Staat. 51. Jahrgang, Heft 1, 2001, S. 17.
- (4) Kaden, Herbert: Zur Erfindung des Begriffs der Nachhaltigkeit - eine Quellenanalyse. In: Sächsische Heimatblätter 4/2012, S. 384.
- (5) Häpke, Ulrich: Nachhaltigkeit - Leitbild für wen? In: Arbeitsergebnisse Heft Nr. 35/1996, S. 34.
- (6) Kohler et al.: Von der waldbezogenen Umweltbildung zu einer waldbezogenen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung - neue Wege für die Waldpädagogik. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 2005.
- (7) <https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/humanenvironment>
- (8) <https://www.bne-portal.de/de/einstieg/was-ist-bne>
- (9) <https://www.bne-portal.de/>
- (10) <https://www.bne-portal.de/>

Kleines Nachhaltigkeitsquiz:

Beantworte die folgenden Fragen, wenn möglich ohne Hilfe des Textes!

1. Wer gilt als sogenannter "Erfinder der Nachhaltigkeit"?

2. Was bedeutet Nachhaltigkeit im eigentlichen forstlichen Sinne?

3. Wieso kam vor 300 Jahren der Gedanke der forstlichen Nachhaltigkeit auf?

4. Wo wurde der Gedanke der Nachhaltigkeit zum ersten Mal im nicht-forstlichen Kontext aufgegriffen?

5. Was bedeutet Nachhaltigkeit heute? Nenne einen Kernaspekt.

6. Nenne drei Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen.
 - a.)
 - b.)
 - c.)

7. Wie kann jeder einzelne zu einer nachhaltigen Welt beitragen? Mache drei Vorschläge.
 - a.)
 - b.)
 - c.)

8. Was ist die Hauptaufgabe des modernen, nachhaltigen Waldbaus?

9. Worin liegt dabei die Schwierigkeit?

10. Nenne ein Beispiel für ein Forschungsprojekt.

Lösungsbogen:

Wald und Gesellschaft

Thema: Bedeutung des Waldes für die Gesellschaft.

Lernziel: Die Schüler sollen sich darüber bewusstwerden, welche Bedeutung der Wald für die Gesellschaft und für sie selbst hat.

Es sollen folgende Leitfragen durch die Bearbeitung der Lerneinheit beantwortet werden:

1. Was bedeutet der Wald für dich?

Jeder von uns nutzt den Wald für vielfältige Aktivitäten wie Sport, Freizeit, Natureleben etc.. Die Schüler sollen sich diesem großen Angebot bewusstwerden und ihre Eindrücke sammeln und diskutieren. Dabei soll ihnen die Bedeutung des Waldes für das Gemeinwohl der Gesellschaft bewusstwerden, da er Erholungswert und Ökosystemdienstleistungen bereitstellt.

2. Konflikte und Probleme

Überall dort, wo Menschen mit verschiedenen Bedürfnissen und Handlungsmotiven aufeinandertreffen, sind Konflikte und Probleme vorhersehbar. Es geht um das Bewusstsein dafür, wie solche Konflikte beim Aufenthalt im Wald aussehen können. Die Cartoons aus dem Waldknigge sollen den Einstieg in das Thema erleichtern. Zudem soll die eigene Kreativität der Schüler angesprochen werden.

3. Die Schüler sollen eine Verbindung zum Arboretum herstellen. Am Beispiel des Waldknigge können sie die Besucherordnung des Arboretums ergänzen und erweitern oder alternativ einen Fragebogen zur Erholung im Arboretum entwickeln.

Arbeitsblatt: Wald und Gesellschaft

1. Was bedeutet der Wald für dich?

Überlegt euch in einer kurzen Einheit von zehn Minuten, was ihr alles im Wald macht (darunter können Aktivitäten wie Sport aber auch Aspekte wie Erholung oder Naturerleben gehören). Sammelt und ordnet eure Ideen. Fügt außerdem hinzu, welche Bedeutung der Wald für euch hat.

2. Konflikte und Probleme

Die Arbeitsgemeinschaft für den Wald (kurz AfW) in der Schweiz ist eine Dachorganisation, welche die Interessen verschiedener Akteure rund um den Wald vertritt. Sie hat einen Waldknigge, also eine Art Sammlung von Benimmregeln, für den Aufenthalt im Wald entwickelt. Dieser Waldknigge ist mit 10 Cartoons versehen, die die jeweiligen Themen darstellen. Unter dem folgenden Link könnt ihr euch die Cartoons anschauen: <https://www.afw-ctf.ch/de/wald-knigge/downloads>

Für die Gruppenarbeitsphase benötigt jede Gruppe einen Laptop oder vergleichbares Gerät um sich die Bilder anzuschauen. Am besten wäre es, wenn die Cartoons am Ende mit einer Beamer oder Ähnlichem für alle gut sichtbar an die Wand geworfen werden.

Teilt euch in 10 gleichgroße Gruppen auf. Jede der Gruppen soll ein Thema bearbeiten. Entweder zieht jede Gruppe verdeckt ein Los mit den Ziffern 1 bis 10 ODER ihr teilt euch gleichmäßig auf die 10 Themen auf.

Fragen für die Bearbeitung der Cartoons:

1. Welches Problem/welcher Konflikt ist auf eurem Cartoon abgebildet.
2. Was ist der Kernkonflikt? Wen oder was betrifft es?
3. Nennt Lösungsvorschläge, wie man den Konflikt lösen könnte.

Wenn ihr mit der Bearbeitung der Fragen fertig seid, sollt ihr eure Gruppenergebnisse den anderen präsentieren. Jede Gruppe sollte kurz etwas zu ihrem Thema sagen.

3. Zum Abschluss sollt ihr eine der beiden Aufgaben bearbeiten. Ihr könnt euch entscheiden, welche ihr wählt. Es sollten beide Themen bearbeitet werden.

A: Entwerfe einen kurzen Fragebogen zum Thema Erholung und Erholungswert im Arboretum. Überlege dir 5 Fragen, die du möglichen Besuchern des Arboretums stellen könntest.

B: Das Arboretum hat auf der Homepage bereits eine eigene Besucherordnung. Überlege dir 5 Fragen/Aspekte, mit denen sich am Beispiel des Waldknigge die Besucherordnung ergänzen oder erweitern lässt.

Klimawandel

Thema: Was macht der Klimawandel mit dem Wald.

Lernziel: Die Schüler sollen sich damit auseinandersetzen, welche Folgen aber auch Chancen der Klimawandel für den Wald hat.

Es sollen folgende Leitfragen durch die Bearbeitung der Lerneinheit beantwortet werden:

1. Die Schüler sollen verstehen, welche Folgen der Klimawandel vor Ort für den Wald hat. Die heimischen Wälder schaffen es vielerorts nicht, sich so schnell an die rasch verändernden klimatischen Bedingungen an ihrem Standort anzupassen. Kleinörtliche Wetterextreme führen zu Stress, welcher die Bäume schwächt. Dies macht sie anfälliger gegenüber weiteren schädlichen Umwelteinflüssen.
2. Im nächsten Schritt sollen die Schüler verstehen, welche Chancen sich aus der gegenwärtigen Situation für den Wald ergeben. Diese ergeben sich aus dem Anbau von Mischwald. Der Anbau stabilerer Wälder mit der Hilfe von besser an den Standort angepassten Baumarten bietet Chancen für die Gestaltung der Zukunft.
3. Das Schulprojekt Arboretum versucht im Kleinen, diese Problematik beispielhaft abzubilden. Dieser Zusammenhang soll herausgearbeitet werden.

Arbeitsblatt: Klimawandel



Abbildung: https://www.meinbezirk.at/telfs/c-lokales/der-wald-der-zukunft_a3987120

1. Zum Einstieg in das Thema Klimawandel im Wald sollt ihr euch den Cartoon von Roman Ritscher anschauen. Die folgenden Fragen sollen euch bei der Analyse helfen:

Um was geht es in der Zeichnung? Wieso sind im Vordergrund Palmengewächse und im Hintergrund ein Nadelwald zu sehen? Welche Problematik verbirgt sich dahinter?

Sammelt eure Ideen und Eindrücke und haltet sie schriftlich fest.

2. Nun könnt ihr eure Möglichkeiten zur Onlinerecherche nutzen. Unter dem folgenden Link könnt ihr ein kurzes Video abrufen:

https://www.youtube.com/watch?v=EtF9o4_SA8U&feature=emb_rel_pause

Beantwortet die folgenden Fragen zum Thema Wald und Klimawandel. Sollte euch das Video zur Bearbeitung der Fragen nicht ausreichen, findet ihr auf der Homepage der Initiative Waldhilfe weitere Artikel zum Thema Wald und Klimawandel:

1. Welches Phänomen führt zu Problemen im Wald?
2. Wieso ist es für die Bäume bzw. den Wald schwierig, auf dieses Phänomen zu reagieren?
3. Was sind die Folgen (Schäden) für den Wald?
4. Welchen Lösungsansatz gibt es, den Wald der Zukunft stabiler zu machen?
5. Wie soll der Wald der Zukunft gestaltet werden? Was ist der Grundgedanke?
6. Warum ist Mischwald stabiler?
7. Welcher Vorteil ergibt sich aus der richtigen Mischung für den Wald bzw. den Baum?
8. Welche wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich durch den Mischwald für den Waldeigentümer?
9. Wer unterstützt die Waldbesitzer bei der Gestaltung der Wälder?
10. Welchen Zusammenhang seht ihr zu eurem Arboretum?

Wenn ihr alle Fragen beantwortet habt, solltet ihr eure Antworten in der ganzen Gruppe vergleichen und diskutieren.

3. Schaut auf die Ergebnisse, die ihr in Aufgabenteil 1 gesammelt habt.

3.1 Stimmen eure ersten spontanen Eindrücke mit dem überein, was ihr in Aufgabe 2 erarbeitet habt?

3.2 Welche Konsequenzen zieht ihr aus dieser Lerneinheit, wenn ihr euch das Arboretum oder den heimischen Wald anschaut?

Kalamitäten und Schädlinge

Thema: Kalamitäten und Schädlinge des Waldes.

Lernziel: Die Schüler sollen sich mit der klimatisch bedingten Zunahme der Anfälligkeit der Wälder für Kalamitäten und Schädlinge auseinandersetzen. Außerdem sollen sie entsprechende Handlungsmaßnahmen kennen lernen.

Dabei sollen die folgenden Leitfragen beantwortet werden:

1. Welche Schädlingsproblematik ergibt sich für die Nadelwälder?
2. Wieso trat diese Problematik vermehrt in den letzten beiden Jahren auf?
3. Wie versucht man, das Problem zu bekämpfen?
4. Welche Schwierigkeiten ergeben sich dabei?
5. Worin besteht die Verbindung zum Schularboretum?

Arbeitsblatt: Kalamitäten und Schädlinge



Abbildung: <https://www.waldhilfe.de/borkenkaefer-im-deutschen-fichtenwald/>

1. Hat jemand von euch so etwas bei einem Waldspaziergang schon einmal gesehen?

Weiß jemand von euch, was auf dem Bild zu sehen ist?

2. Nun sollt ihr eure Möglichkeiten zur Onlinerecherche nutzen. Unter dem folgenden Link könnt ihr einen Beitrag aus dem BR Fernsehen aufrufen:

<https://www.youtube.com/watch?v=bFyVlh-iZic>

Dieser Bericht von Beatrix Ziegler stammt aus dem Trockensommer 2019. Er zeigt ein regionales Beispiel für die Problematik durch Kalamitäten und Schädlinge. Teilt euch in zwei etwa gleichgroße Gruppen auf. Beantwortet die folgenden Fragen. Jede Gruppe bekommt einen Themenblock zur Bearbeitung. Am Ende sollen die Ergebnisse der anderen Gruppe präsentiert werden.

Gruppe A: Ausgangssituation

1. Welcher Schädling bedroht regional die Nadelwälder in Bayern?

2. Warum konnten sich im Sommer 2019 die Borkenkäfer so stark vermehren? Welche Bedingungen haben dafür gesorgt?

3. An welchen Anzeichen kann man den Befall von Bäumen durch die Käfer erkennen?

4. Sind die Käfer grundsätzlich ein Problem? Oder nur unter besonderen Bedingungen?

5. Könnt ihr euch vorstellen, dass Kalamitäten oder Schädlinge auch nützlich sein können für den Wald?

Gruppe B: Maßnahmen

6. Was muss mit den befallenen Bäumen so schnell wie möglich geschehen?

7. Wie organisiert man die Borkenkäferbekämpfungsaktion?

8. Welchem technischen Hilfsmittel bedient man sich dafür?

9. Können sich auch nicht-forstliche Helfer bei der Bekämpfung der Käfer engagieren?

10. Welche Schwierigkeiten seht ihr bei der Umsetzung der Maßnahmen?

3. Welchen Zusammenhang seht ihr zum Arboretum?

Meint ihr, das Arboretum ist durch Kalamitäten oder Schädlinge bedroht?

Wenn ja, welche Maßnahmen könntet ihr dagegen ergreifen?

Freiwillige Zusatzaufgabe: Wer möchte, kann sich außerhalb der Schulzeit treffen und in den Wald gehen, um ein Käfermonitoring durchführen. Vielleicht finden sich Spuren oder Käferschäden im Fichtenwald, welcher an das Arboretum angrenzt?

Vorschläge für weitere Themen zur Ergänzung des Handbuches:

Wasserversorgung

Multifunktionaler Wald

Naturschutz und Flächenstilllegung

Tourismus im Wald

Invasive Arten

Natur- und Umweltschutz

Ökosystemdienstleistungen

Kohlenstoffspeicherung - und Kreisläufe