

wald-klima-schule

Bildung für
nachhaltige Entwicklung

in Wald und
Klassenzimmer

Fit für den Klimawandel





Vorwort



Der Wald produziert nicht nur Holz und bietet Lebens- und Erholungsraum, er leistet auch einen erheblichen Beitrag für den Klimaschutz. Auf lokaler Ebene wirkt er als Schadstofffilter und Frischluftproduzent, puffert kurzfristige Temperaturschwankungen ab, speichert Niederschläge durch eine Verzögerung des Wasserabflusses und trägt zur Grundwasserneubildung bei. Auf globaler Ebene trägt Wald zur Bindung großer Mengen des Treibhausgases CO₂ bei.

Beim Klimawandel handelt es sich um ein aktuelles Thema von nationalem und internationalem Interesse. Deshalb ist es wichtig, die Bedeutung unserer Wälder diesbezüglich schon Schülerinnen und Schülern näher zu bringen. Ziel des vorliegenden Unterrichtsmoduls ist es, unterschiedliche Perspektiven auf den Wald zu eröffnen und ihn speziell vor dem Hintergrund des Klimawandels begreifbar zu machen.

Diese Handreichung richtet sich an Biologie- und Geographie-Lehrkräfte der Klassen 8 bis 10. Sie bietet eine abwechslungsreiche Aufbereitung des Themas Wald und Klima für die Anwendung im Unterricht und auf Waldexkursionen. Das Unterrichtsmodul wurde ganz im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung konzipiert. Bei allen Einheiten werden verschiedene Kompetenzen für die Gestaltung unserer Zukunft gefördert, beispielsweise bei der Planung eines Zukunftswaldes vor dem Hintergrund des Klimawandels sowie bei der Erarbeitung von Möglichkeiten zur Reduzierung des eigenen CO₂-Fußabdrucks.

Dieses ist eines von zwei Unterrichtsmodulen, die im Rahmen des Waldklimafonds-Projektes „Fit für den Klimawandel“ entwickelt wurden. Das Projekt wird durch die NABU-Naturschutzstation Münsterland in Kooperation mit dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW geleitet.

Unser Dank gilt den Förderern des Projektes: dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit sowie dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW.

Die Unterrichtsmodule (3. bis 4. Klasse, 8. bis 10. Klasse) stehen über folgenden Link kostenlos zum Download bereit: www.fit-fuer-den-klimawandel.de/downloads/schulen

Viel Freude beim Lesen und Anwenden des Unterrichtsmoduls wünscht

*Dr. Britta Linnemann
Leiterin der NABU-Naturschutzstation Münsterland*



Inhaltsverzeichnis

Einführung

▶ Wald und Klima im Unterricht.....	1
▶ Konzept des Unterrichtsmoduls	1
▶ Vorwissen	3
▶ Kurzbeschreibung des Unterrichtsmoduls	4
▶ Tipps zur erfolgreichen Durchführung von Waldexkursionen.....	5
▶ Formulare.....	7

Unterrichtsmodul

▶ UE 1: Funktionen des Waldes	11
▶ UE 2: Klimawandel und seine Folgen	20
▶ UE 3: Exkursion „Wald-Bestandsaufnahme“	28
▶ UE 4: Waldwirtschaft im Klimawandel	34
▶ UE 5: CO ₂ -Fußabdruck	40
▶ UE 6: Exkursion „Wald und Klima(wandel)“	46
▶ UE 7: Zukunftswald	51
▶ UE 8: Weltverteilungsspiel.....	54

Hintergrundwissen

▶ Wälder in Deutschland.....	63
▶ Waldfunktionen.....	65
▶ Klimawirkung des Waldes	67
▶ Treibhauseffekt	69
▶ Globale Folgen des Klimawandels	72
▶ Folgen des Klimawandels für Wälder	73
▶ Anpassung von Wäldern an den Klimawandel	75
▶ CO ₂ -Fußabdruck und -minderung.....	77
▶ Baumarten-Steckbriefe	80
▶ Impressum	94

Abkürzungsverzeichnis

BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
SuS	Schülerinnen und Schüler
UE	Unterrichtseinheit/en

Der Inhalt dieses Ordners steht über folgenden Link zum Download zur Verfügung:
www.fit-fuer-den-klimawandel.de/downloads/schulen

Wald und Klima im Unterricht

Die Themen „Klimaschutz“ und „Nachhaltigkeit“ begegnen uns mittlerweile in vielen Bereichen des alltäglichen Lebens. Gleichzeitig ist der Wald als Ökosystem jedem bekannt. Die Verknüpfung von Klimawandel und Wald bietet deshalb eine gute Möglichkeit, die Auswirkungen eines globalen Phänomens auf die Natur vor der eigenen Haustür zu beziehen und sich damit auseinander zu setzen, welchen Einfluss der Mensch dabei hat. Hier spielt die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) eine besondere Rolle. Denn vorausschauend zu denken und die Konsequenzen des eigenen Handelns abschätzen zu können, sind wichtige Voraussetzungen für die Gestaltung unserer Zukunft. Der Wald bietet Lehrkräften außerdem die Möglichkeit, das Thema nicht nur theoretisch im Klassenraum, sondern praktisch draußen in der Natur zu behandeln, wo die Schülerinnen und Schüler (SuS) mit allen Sinnen wahrnehmen und begreifen können.

Das vorliegende Modul ist in insgesamt acht Unterrichtseinheiten (UE) zum Thema „Wald und Klima“ aufgeteilt und soll Lehrkräften als Handreichung dienen. Es gibt viele Anknüpfungspunkte zu den Lehrplänen der Fächer Biologie und Geographie der Klassen 8 bis 10 in den unterschiedlichen Bundesländern. An das Alter der SuS angepasst und ggf. abgewandelt, können sie auch in höheren oder niedrigeren Klassen durchgeführt werden. Alle Einheiten wurden in Kooperation mit Lehrkräften und Fachleuten entwickelt. Zu jeder Einheit sind Ziele, eventuelle Vorbereitungen, detaillierte Ablaufpläne und Materialbedarf aufgeführt, sowie kopierfähige Arbeitsblätter angehängt. Im dritten Teil des Ordners befindet sich praktisches Hintergrundwissen.

Konzept des Unterrichtsmoduls

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Die UE zum Thema „Wald und Klima“ orientieren sich an dem Konzept der BNE. Ziel ist es, die SuS in die Lage zu versetzen, zukunftsfähig zu denken und zu handeln.

Das Ökosystem Wald im Zusammenhang mit dem Klima ist als BNE-Thema sehr gut geeignet. Oft werden Bäume erst nutzbar, wenn Sie über 100 Jahre alt sind. Wegen dieser langen Entwicklungszeiten ist der Wald vom Klimawandel besonders betroffen und eine langfristige Planung unumgänglich. Dabei müssen auch die nachfolgenden Generationen berücksichtigt werden. Die Funktion des Waldes als Klimaschützer spielt hier ebenso eine wichtige Rolle, wie der Beitrag den jeder Einzelne für die Zukunft leisten kann.

Konkrete Kompetenzen der BNE, die durch die UE gefördert werden:

- ▶ Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen
- ▶ Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen
- ▶ Risiken, Gefahren und Unsicherheiten erkennen und abwägen können
- ▶ Vorausschauend Entwicklungen analysieren und beurteilen können
- ▶ Die eigenen Leitbilder und die anderer reflektieren können
- ▶ Sich und andere motivieren können, aktiv zu werden
- ▶ Gemeinsam mit anderen planen und handeln können
- ▶ An kollektiven Entscheidungsprozessen teilhaben können
- ▶ Empathie für andere zeigen können
- ▶ Vorstellungen von Gerechtigkeit als Entscheidungs- und Handlungsgrundlage nutzen können

Umsetzung im Unterrichtsmodul

In allen UE kommen einzelne didaktische Prinzipien der BNE besonders zum Tragen. Sie sind vor den Ablaufplänen in den BNE-Kompetenzen aufgeführt.

Die Einheiten folgen grundsätzlich problem- und projektorientierten Konzepten. Von der Lehrkraft wird oft nur ein Input oder eine Moderation gefordert. Der Großteil der Zeit steht den SuS zum aktiven, selbstgesteuerten und sozialen Lernen zur Verfügung, unterstützt durch Zusatzmaterialien, Input-Fragen oder durch den Wald selbst. Diskussionen in der Gruppe oder der Klasse und Positionierungen zu einem Thema fördern die eigene Meinungsbildung. Beim Thema Wald stoßen unterschiedliche Interessen aufeinander: Holzwirtschaft, Natur- und Umweltschutz und Erholungsnutzung. Hier besteht die Herausforderung, eine andere als die eigene, alltägliche Sichtweise einzunehmen, an Problemlösungen interdisziplinär zu arbeiten und verschiedene Denkweisen zusammenzuführen. Die SuS können ihren kritischen Verstand schulen, wenn es z.B. um die Frage der Nutzung oder Nichtnutzung von Wäldern geht und um die Motivationen unterschiedlicher Interessensgruppen in dieser Frage. Bei der Erstellung der UE wurde außerdem Wert auf den Alltagsbezug gelegt. In der UE „CO₂-Fußabdruck“ errechnet jeder seinen eigenen Einfluss auf das

Klima und gemeinsam wird nach Möglichkeiten gesucht, klimafreundlicher zu leben und auch die Schule klimafreundlicher zu gestalten. In der UE „Zukunftswald“ wird das bisher gewonnene Wissen angewandt. Hier besteht die Notwendigkeit gemeinsamer Planung und Gruppenentscheidungen, die erst in solchen Projektansätzen erforderlich werden.

Die Waldexkursionen sind wichtige Bestandteile der UE. Hier werden mehr Sinne angesprochen, als im Klassenraum und das Erlebte bleibt umso nachhaltiger in Erinnerung. Im Wald wird das situative Lernen ermöglicht. SuS haben unterschiedliche Vorerfahrungen, wenn es um den Wald geht. Die aktive Auseinandersetzung mit dem Thema, praktisch zwischen den Bäumen, ist eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis einer nachhaltigen Waldentwicklung und sollte unbedingt ermöglicht werden.

Die acht UE müssen nicht zwingend komplett und in vorgegebenen Reihenfolge durchgeführt werden. Je nachdem, wieviel Zeit zur Verfügung steht, welche Schwerpunkte gesetzt werden sollen und wie der Kenntnisstand der SuS ist, können einzelne UE weiter vertieft oder weggelassen werden.

Teilweise bieten die Zusatzmaterialien eine gute Möglichkeit der Ergebnissicherung während der UE. Eine Sicherung darüber hinaus könnte beispielsweise durch die Erstellung eines Portfolios zum Projekt „Wald und Klima“ erreicht werden.



Abb. 1.1: Eichen-Hainbuchenwald im Frühling

Einbindung in die Lehrpläne

In den Lehrplänen der einzelnen Bundesländer finden sich für die Klassen 8 bis 10 viele Ansätze, um das Thema „Wald und Klima“ in den Unterricht einzubinden. Hier einige Beispiele der Fächer Biologie und Geographie (Gymnasium), ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

Biologie:

- ▶ Ökosysteme (Baden-Württemberg, Klasse 10)
- ▶ Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen – Bedeutung und Gefährdung von Ökosystemen (Bayern, Klasse 10)
- ▶ Fotosynthese – Grundlage des Lebens, Einheimische Pflanzen und ihre Bedeutung im Stoffkreislauf (Berlin, Klasse 9/10)
- ▶ Pflanzen und ihre Bedeutung im Stoffkreislauf (Brandenburg, Klasse 9/10)
- ▶ Lebensräume – Klimaveränderung und Klimaschutz (Hamburg, Klasse 5 bis 9)
- ▶ Pflanzen und ihre Bedeutung (Mecklenburg-Vorpommern, Klasse 8 bis 10)
- ▶ Ökosystem und Biosphäre (Niedersachsen, Klasse 9/10)
- ▶ Energiefluss und Stoffkreisläufe (Nordrhein-Westfalen, Klasse 7 bis 9)
- ▶ Zusammenhänge im Ökosystem (Sachsen, Klasse 9)
- ▶ Lebensräume und Lebensgemeinschaften – Wechselbeziehungen, Gefährdungen und Schutz (Schleswig-Holstein, Klasse 9)

Vorwissen

Das Unterrichtsmodul erfordert ein gewisses Vorwissen bei den SuS. Einige Themen werden zwar angeschnitten oder zu Beginn des Unterrichts zwecks Auffrischung wiederholt, aber nicht umfassend behandelt. Auf welchem Kenntnisstand sich die Klasse befindet, kann die jeweilige Lehrkraft einschätzen. Wenn einzelne Inhalte erst erarbeitet werden müssen, bietet es sich an, die Einheiten auf mehrere Stunden aufzuteilen, in Blöcken bzw. Doppelstunden zu behandeln oder auch Einzelarbeiten als Hausaufgabe aufzugeben.

Erdkunde/Geographie:

- ▶ Bedrohung und Schutz der Erdatmosphäre (Baden-Württemberg, Klasse 10)
- ▶ Globale Herausforderungen (Bayern, Klasse 10)
- ▶ Die Erde als vernetztes System – Atmosphäre (Berlin, Einführungsphase Sekundarstufe II)
- ▶ Globale Zukunftsszenarien – Wege zur Nachhaltigkeit auf lokaler und globaler Ebene (Brandenburg, Klasse 9/10)
- ▶ Wechselseitige Beeinflussung von Mensch und Natur (Bremen, Klasse 7/8), Tragfähigkeit und nachhaltige Entwicklung (Bremen, Qualifikationsphase)
- ▶ Die Geosphäre – Nutzung, Gefährdung und Schutz – Wetter und Klima (Mecklenburg-Vorpommern, Klasse 9)
- ▶ Geofaktoren als Lebensgrundlage, Nachhaltigkeit (Rheinland-Pfalz, Sek I)
- ▶ Wirtschaftsgeographische Grundlagen einer Raumanalyse – Energie, Klimawandel und Nachhaltigkeit (Saarland, Einführungsphase Oberstufe)
- ▶ Globale Menschheitsprobleme und Zunfts-fähigkeit – Globaler Klimawandel (Sachsen-Anhalt, Klasse 10)

Grundkenntnisse zu folgenden Themen sind für die Durchführung einzelner UE hilfreich:

- ▶ Grundlagen des Ökosystems Wald: Stockwerke, Nährstoffkreislauf
- ▶ Fotosynthese und Kohlenstoffkreislauf
- ▶ Klimawandel und Treibhauseffekt
- ▶ pH-Wert

Kurzbeschreibung des Unterrichtsmoduls

Das Unterrichtsmodul zum Thema „Wald und Klima“ besteht aus den UE 1 bis UE 8. Sechs der Einheiten sind für den Unterricht im Klassenzimmer konzipiert, zwei der Einheiten (UE 3 und UE 6) bestehen aus praktischen Exkursionen in den Wald. Eine ausführliche Beschreibung mit Ablaufplänen finden Sie im Kapitel „Unterrichtsmodul“.

Die zeitliche Planung der UE hängt stark vom Alter und Vorwissen der Klasse ab und sollte von der Lehrkraft selbst eingeschätzt werden. Bei ausreichendem Vorwissen und schneller Auffassung können die meisten Einheiten in der Klasse in einer Unterrichtsstunde (45 Minuten) behandelt werden. Für die Waldexkursionen sollten je nach Waldstück mindestens 1,5 Stunden eingeplant werden.

UE 1: Funktionen des Waldes

SuS bestimmen Baumarten anhand von Zweigen als Einstieg in das Thema „Wald“ und sprechen über die Hauptfunktionen des Waldes.

UE 2: Klimawandel und seine Folgen

SuS sprechen über die Ursachen und Folgen des Klimawandels und informieren sich gegenseitig im Gruppenpuzzle über die Folgen für den Wald sowie die Klimawirkung der Bäume.

UE 3: Exkursion „Wald-Bestandsaufnahme“

SuS untersuchen die Baumvegetation und den Boden im Wald und diskutieren darüber, wie der Wald in Zukunft aussehen könnte.

UE 4: Waldwirtschaft im Klimawandel

SuS positionieren sich zum Thema „Nutzung oder Nichtnutzung von Wäldern für den Klimaschutz“, lesen einen Informationstext und positionieren sich erneut.

UE 5: CO₂-Fußabdruck

SuS diskutieren über das eigene Konsumverhalten, errechnen ihren CO₂-Fußabdruck und erarbeiten Möglichkeiten zur CO₂-Reduzierung für sich selbst und für die Schule.

UE 6: Exkursion „Wald und Klima(wandel)“

SuS vermessen Bäume im Wald (Alternative: Schulhof), errechnen deren Kohlenstoffspeicher und suchen nach möglichen Zeichen des Klimawandels im Wald.

UE 7: Zukunftswald

SuS entwickeln vor dem Hintergrund des Klimawandels Zukunftsszenarien für ein Waldgebiet und wenden dabei ihr bisher gewonnenes Wissen an.

UE 8: Weltverteilungsspiel

SuS schätzen die Verteilung von Bevölkerung, Einkommen, Energieverbrauch und Waldfläche zwischen den Kontinenten. Anhand von Klimawandel-Indizien wird die Frage nach der Gerechtigkeit zwischen Verursachern und Hauptbetroffenen diskutiert.

Tipps zur erfolgreichen Durchführung von Waldexkursionen

Exkursionsort

Das Waldstück, das Sie für die Exkursion auswählen, sollte schul- bzw. ortsnah sein. Die SuS sollten es gut zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichen können. Die Strecke durch den Wald sollte nicht länger als 2 km sein, damit Sie genügend Zeit für Ihr Programm haben. Besonders interessant wird die Exkursion, wenn Sie die Wege auch mal verlassen und querfeldein gehen. Dies ist allerdings nur zulässig, sofern der Waldbesitzer seine Zustimmung gegeben hat und Sie sich nicht in einem Naturschutzgebiet, FFH-Gebiet oder Nationalpark befinden. Ob Ihr Waldstück unter solch einem Schutz steht, können Sie z.B. auf folgender Seite herausfinden: www.geodienste.bfn.de/schutzgebiete. Auch die örtliche Naturschutzbehörde sollte Ihnen Auskunft über das Gebiet geben können. Wenn trotz allem kein Waldstandort erreicht werden kann, sind die Exkursionen etwas abgewandelt auch im nächsten Park oder auf dem Schulhof durchführbar.

Organisation

Planen Sie genügend Zeit ein. Der Zeitbedarf ist abhängig von den Landschaftsgegebenheiten, der Länge der Exkursionsstrecke, dem Wetter, aber auch von der Kondition und Neugier der SuS.

Besprechen Sie die An- und Abreise (zu Fuß, Fahrrad, Bus) im Vorfeld mit den SuS und/oder den Eltern. Sorgen Sie für einen ausreichenden Betreuungsschlüssel. Neben Ihnen sollte mindestens eine zweite Begleitperson dabei sein, je nach Klassengröße und Schwierigkeit der Wegstrecke.

Für die fachliche Unterstützung und eventuelle Führungen durch das Gebiet können Sie den Kontakt zum zuständigen Förster, zu Naturschutzverbänden oder zu der zuständigen Biologischen Station in der Nähe suchen.

Für die Öffentlichkeitsarbeit Ihres Fachbereichs an der Schule können Sie einen kurzen Bericht über die Exkursionen auf der Homepage oder in der Zeitung veröffentlichen. Wenn Sie Fotos von den SuS verwenden wollen, die während der Exkursionen gemacht wurden, muss hierfür das Einverständnis der Erziehungsberechtigten vorliegen.

Absprachen

Das Betreten des Waldes zur Erholung außerhalb von Schutzgebieten ist nach dem Bundeswaldgesetz §14 jedem gestattet. In den jeweiligen Landesgesetzen gibt es teilweise noch weitere Regelungen. Für Ihre geplante Waldexkursion sollten Sie zumindest das Einverständnis des Waldbesitzers einholen. Hier kann Ihnen das zuständige Forstamt weiterhelfen.

Elterninformation

Lassen Sie den Eltern rechtzeitig eine schriftliche Information über die geplanten Exkursionen zukommen. Angegeben werden sollten Datum, Uhrzeit und Dauer. Weiter sollten alle SuS festes Schuhwerk tragen sowie wetterfeste, robuste Kleidung und ggf. Sonnen- oder Regenschutz. Mücken- und Zeckenschutz kann ebenfalls sehr hilfreich sein. Weiter sollte jeder ausreichend Essen und Getränke dabei haben, je nach Dauer der Exkursion. Die Vorlage für einen entsprechenden Elternbrief finden Sie am Ende der Einführung.

Sicherheit im Wald

Auch wenn die meisten Unfälle im eigenen Haushalt passieren, sind sie natürlich auch im Wald nicht auszuschließen. Die durchführende Lehrkraft sollte die Exkursionsstrecke im Vorfeld erkunden, nicht nur um mögliche Plätze für das Programm auszusuchen, auch um mögliche Risiken abzuschätzen. Wenn Sie mit Ihrer Klasse auf eine Waldexkursion gehen, sollten Sie insbesondere auf sogenannte „waldtypische Gefahren“ achten. Dazu gehören u.a. tote Äste, die aus Baumkronen fallen können, niedrighängende Äste und stacheliges Gebüsch, angehobene Wurzelteller, unebene und rutschige Wege sowie Forstmaschinen. Polter aus gefälltten Bäumen können leicht in Bewegung geraten und dürfen unter keinen Umständen beklettert werden. Aufgrund des Fuchsbandwurm-Risikos sollten während der Exkursion keine bodennahen Waldfrüchte verzehrt werden. Weisen Sie die SuS außerdem darauf hin, sich nach dem Waldbesuch nach Zecken abzusuchen. Einige können FSME (Schwerpunkt Süddeutschland) oder Borreliose übertragen. Je schneller eine Zecke wieder entfernt wird, desto geringer ist das Risiko.

Um auf alle Eventualitäten vorbereitet zu sein, sollte man sich vor der Exkursion über vorhandene „Rettungspunkte“ informieren. Die-

se Punkte und die Anfahrtswege dahin sind Feuerwehr, Polizei und Sanitätern bekannt, sodass schnell Hilfe vor Ort sein kann. Zum Beispiel über die App „Hilfe im Wald“ (iPhone und Android) kann man die nächstgelegenen Rettungspunkte ausfindig machen. Auch auf einen akzeptablen Mobilfunkempfang auf der Exkursionsstrecke sollte geachtet werden.

Es ist wichtig, gut vorbereitet zu sein, während der Exkursion aufmerksam die Umgebung zu beobachten und mögliche Gefahren zu kennen. Haben Sie aber keine Angst vor Katastrophen. Der Unterricht im Wald ist ein prägendes und spannendes Erlebnis für alle Beteiligten!

Als Vorsichtsmaßnahme sollten Sie folgende Dinge im Gepäck haben:

- ▶ Handy mit Notfallnummern
- ▶ Erste-Hilfe-Set
- ▶ Taschenmesser
- ▶ Sonnen- und Zeckenschutz

Auf den folgenden Seiten finden Sie ein Vorlageformular für einen kurzen Elternbrief als Information über die Waldexkursionen inklusive Fotofreigabe sowie einen Evaluationsbogen zu dem Unterrichtsmodul. Wir würden uns freuen, wenn Sie uns den Evaluationsbogen per Mail oder per Post zukommen lassen würden, nachdem sie das Modul oder Teile daraus durchgeführt haben.



Abb. 1.2: Holzpolter dürfen nicht beklettert werden

Evaluationsbogen wald.klima.schule

Wo und für wen wurde das Unterrichtsmodul durchgeführt?

Einrichtung:

Fach und Klassenstufe:

Welche der Unterrichtseinheiten haben Sie durchgeführt?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> UE 1: Funktionen des Waldes | <input type="checkbox"/> UE 5: CO ₂ -Fußabdruck |
| <input type="checkbox"/> UE 2: Klimawandel und seine Folgen | <input type="checkbox"/> UE 6: Wald-Klima-Exkursion |
| <input type="checkbox"/> UE 3: Waldexkursion | <input type="checkbox"/> UE 7: Zukunftswald |
| <input type="checkbox"/> UE 4: Waldwirtschaft im Klimawandel | <input type="checkbox"/> UE 8: Weltverteilungsspiel |

Welche Inhalte/Methoden fanden Sie besonders geeignet für die Durchführung in Ihrer Klasse?

Welche Inhalte/Methoden haben Sie nicht verwendet oder abgewandelt und warum?

Ist die Behandlung des Themas auch in den künftigen Schuljahren geplant?

Wie sind Sie auf das Unterrichtsmodul aufmerksam geworden?

- Internet
- Direkter Kontakt zur NABU-Station
- Empfehlungen
-

Sonstige Anmerkungen:

Bitte schicken Sie den ausgefüllten Bogen an:
NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V., Westfalenstraße 490, 48165 Münster, wald@nabu-station.de

UE 1: Funktionen des Waldes

Inhalt:

Schülerinnen und Schüler (SuS) bestimmen Baumarten anhand von Zweigen als Einstieg in das Thema „Wald“ und sprechen über die Hauptfunktionen des Waldes.

Lernziel:

SuS lernen unterschiedliche Baumarten und die Funktionen des Waldes kennen und können zwischen ökologischen und ökonomischen Aspekten unterscheiden.

BNE-Kompetenzen:

Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen

- ▶ Hier: SuS beschäftigen sich mit ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektiven auf den Wald und erkennen mögliche Konfliktfelder.

Vorbereitung:

Zweige unterschiedlicher Laub- und/oder Nadelbäume sammeln, ggf. Gruppentische zusammenstellen, Poster aufhängen und ggf. schon mit doppelseitigem Klebeband bekleben, Begriffskarten „Waldfunktionen“ ausschneiden

Nützliches Hintergrundwissen:

Wälder in Deutschland, Waldfunktionen, Baumarten-Steckbrief

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Baumzweige tasten</p> <p>Mitgebrachte Zweige werden auf den Gruppentischen verteilt. SuS versuchen die unterschiedlichen Arten zu bestimmen. Anschließend gibt es eine gemeinsame Auflösung und Besprechung der Charakteristika der Baumarten</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wie viele Arten waren bekannt? ▶ Welche der Bäume wachsen auch auf dem Schulhof? ▶ Welches ist die häufigste Baumart in unseren Wäldern und warum? <p><i>Variante 1:</i> Baumzweige werden im Vorfeld oder im Unterricht von SuS gesammelt. <i>Variante 2:</i> Baumzweige dürfen nur ertastet werden – dafür Zweige in einzelnen Stofftaschen auf die Gruppentische legen.</p>	Gruppenarbeit	Laub- und/oder Nadelbaumzweige, Bestimmungsblätter Nadelbäume/Laubbäume

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Waldfunktionen Einstiegsfrage: „Wozu dient der Wald und wem?“. Erklären Sie anschließend, welches die drei klassischen Waldfunktionen sind. Teilen Sie die Begriffskarten „Waldfunktionen“ auf alle SuS auf. Jeder erhält ein bis zwei Begriffe. Wenn SuS zwei Begriffe bekommen, achten Sie darauf, dass diese zur selben Waldfunktion gehören. Definieren Sie drei Ecken des Klassenraumes als 1. Nutz-, 2. Schutz- und 3. Erholungsfunktion. SuS ordnen sich nun einer der drei Ecken des Klassenraumes zu. Dort diskutieren sie mit den anderen SuS, ob und warum sie in der jeweiligen Ecke richtig stehen. Anschließend stellt jeder seine Begriffe vor und klebt sie an das Waldposter, das Sie an die Wand des Klassenzimmers hängen können.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Könnten für einzelne Begriffe bestimmte Baumarten von besonderer Bedeutung sein? Welche? ▶ Wie hängen die Funktionen miteinander zusammen? ▶ Wo könnte es Konflikte geben? <p><i>Variante:</i> SuS erhalten zunächst die Begriffe und finden sich selbstständig in Gruppen zusammen. Sie überlegen, nach welchen Kriterien sie sich gruppiert haben. Danach können die Waldfunktionen den einzelnen Gruppen zugeordnet werden.</p>	<p>Drei-Ecken-Spiel</p>	<p>Begriffskarten „Waldfunktionen“, Überschriften Waldposter, (doppelseitiges) Klebeband, Waldposter (Ordner)</p>

Poster Waldfunktionen mit zugeordneten Begriffen



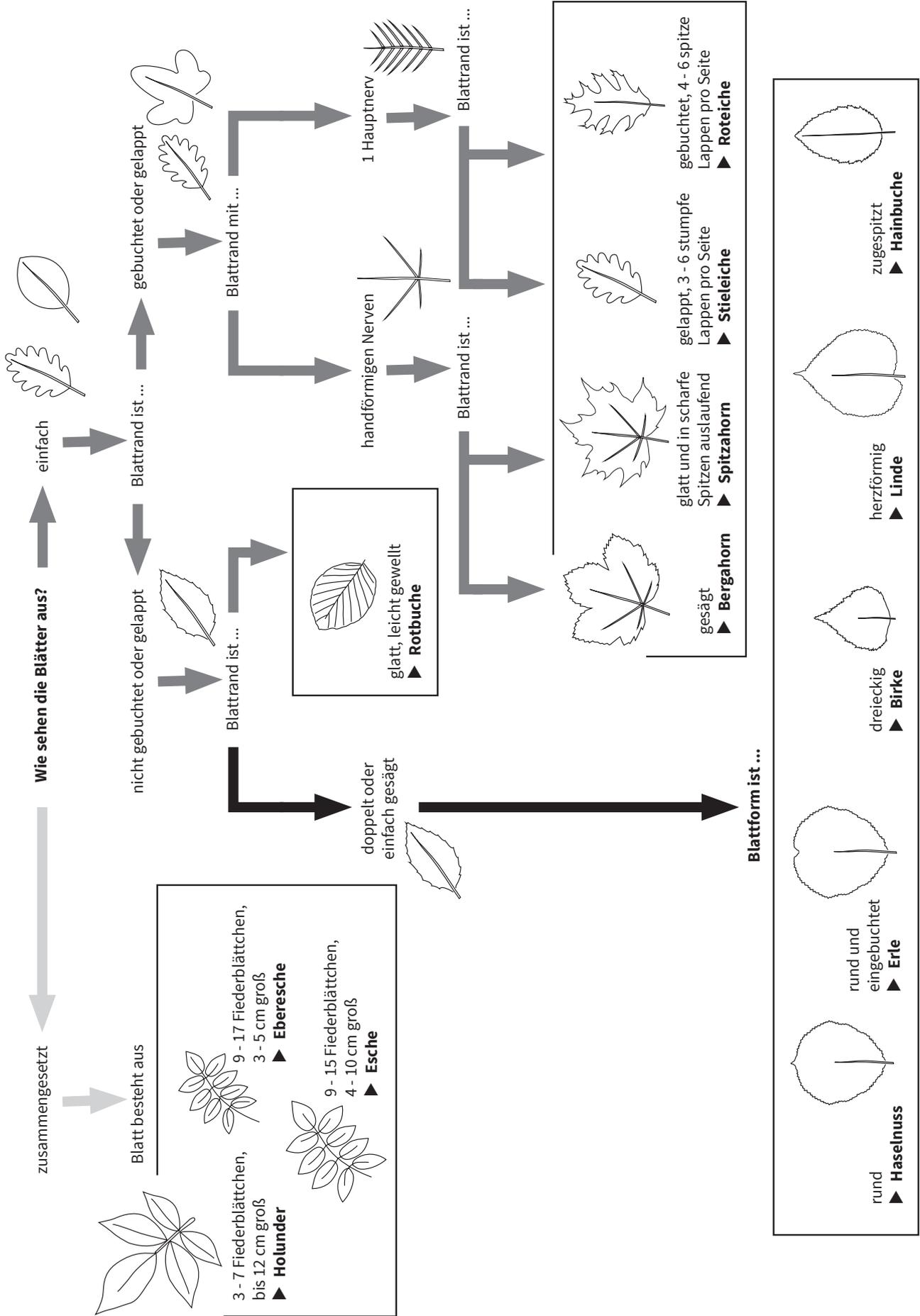
Vorschlag Hausaufgabe:

- ▶ Waldposter-Ergebnis fotografieren und in Arbeitsblatt „Waldposter“ eintragen. Welche Funktion ist für dich die wichtigste und wodurch siehst du diese Funktion in erster Linie gefährdet?
- ▶ Recherche: Welche Eigenschaften hat das Holz unterschiedlicher Baumarten? Wofür wird es oft verwendet?

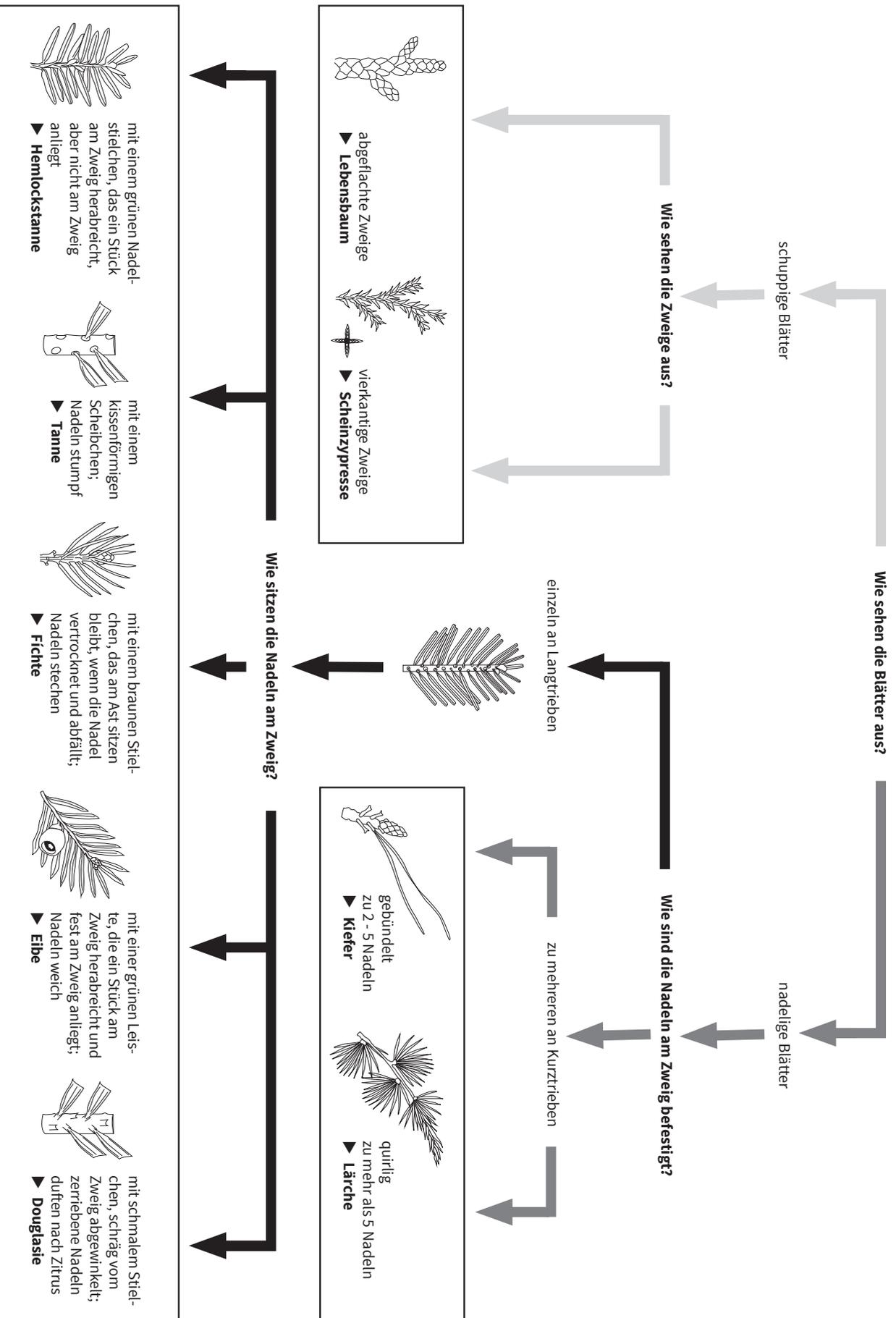
Vertiefungsmöglichkeiten:

- Papierherstellung
- Recycling
- Holzprodukte in der Schule

Wir bestimmen Laubbäume



Wir bestimmen Nadelbäume



LEHRER-MATERIAL
Begriffskarten „Waldfunktionen“

*Für das Drei-Ecken-Spiel
kopieren und Begriffe aus-
schneiden*

Nutzfunktion

Bauholz	Papier
Möbel	Brennholz
Jagd	Beeren
Pilze	Trinkwasser
Arbeitsplätze	



Erholungsfunktion

Reiten	Wandern
Jogging	Sonntagsausflug

Erholungsfunktion

Mountainbiking	Urlaub
Stille erleben	Spaziergang mit Hund

Schutzfunktion

Hochwasser	Wasserqualität
Erdrutsch	Kaltluft
Lärm	Staub
Naturschutzgebiet	Kohlendioxid
Ökologisches Gleichgewicht	Artenschutz
Totholz	Lebensraum



LEHRER-MATERIAL
Überschriften Waldposter

*Kopieren, ausschneiden und
an den oberen Rand des Pos-
ters kleben*

Nutzfunktion



Erholungsfunktion



Schutzfunktion



UE 2: Klimawandel und seine Folgen

Inhalt:

SuS sprechen über die Ursachen und Folgen des Klimawandels und informieren sich gegenseitig im Gruppenpuzzle über die Folgen für den Wald sowie die Klimawirkung der Bäume.

Lernziel:

SuS beschreiben den Treibhauseffekt, seine bekannten Ursachen und seine Folgen. SuS beschreiben mit Hilfe von Fachtexten die Dynamik zwischen dem Ökosystem Wald und dem Klima (u.a. Fotosynthese als Voraussetzung für die Kohlenstoffspeicherung).

BNE-Kompetenzen:

Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen

- Hier: SuS kennen die Rolle von Treibhausgasen in der Atmosphäre und die Auswirkungen des Treibhauseffekts auf die Erde.

Risiken, Gefahren und Unsicherheiten erkennen und abwägen können

- Hier: SuS beschäftigen sich mit den Folgen des Klimawandels und überlegen, wodurch sie selbst CO₂ verursachen.

Nützliches Hintergrundwissen:

Klimawirkung des Waldes, Treibhauseffekt, Globale Folgen des Klimawandels, ggf. Anpassung von Wäldern an den Klimawandel

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Treibhauseffekt</p> <p>Anhand der ersten Abbildung der Powerpoint-Präsentation erklären einzelne SuS zunächst den natürlichen Treibhauseffekt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ► „Was passiert, wenn die Dichte an Treibhausgasen zunimmt?“ <p>SuS äußern Vermutungen, die anhand der zweiten Abbildung zum anthropogenen Treibhauseffekt überprüft werden.</p> <p>Lehrkraft malt eine Tabelle (5 Zeilen, 3 Spalten) an die Tafel (siehe Tafelbild)</p> <ul style="list-style-type: none"> ► „Welches sind die wichtigsten, vom Menschen verursachten Treibhausgase, wodurch werden sie verursacht und welchen Anteil haben sie am anthropogenen Treibhauseffekt?“ → Schaubild ► „Welche Folgen hat der Klimawandel?“ 	<p>Stummer Impuls, Unterrichtsgespräch</p>	<p>Powerpoint Treibhauseffekt</p>

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Wald und Klima(wandel) Die drei Expertentexte werden gleichmäßig auf die SuS aufgeteilt, sodass je ein Drittel der Klasse den gleichen Text hat. SuS bilden Dreiergruppen, in denen jeder Text einmal vertreten ist und lesen still für sich. Anschließend wird jeder Text in der Dreiergruppe vorgestellt.</p> <p>Stellen Sie, wenn noch Zeit ist, eine erste Diskussionsfrage in Richtung Anpassung der Wälder an den Klimawandel:</p> <p>► „Wälder sind wichtig für das Klima. Wie muss ein Wald beschaffen sein, damit er durch veränderte Umweltbedingungen nicht zu stark geschädigt wird?“</p>	Gruppenpuzzle, Unterrichtsgespräch	Expertentexte „Klimawirkung des Waldes“, „Kohlenstoffspeicher Wald“, „Folgen des Klimawandels für Wälder“

Tafelbild Treibhausgase:

Treibhausgas	Faktor Mensch	Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Energieträger (Öl, Kohle, Gas), Rodung von Wäldern	Ca. 75 %
Methan (CH ₄)	Viehhaltung (v.a. Kühe), Reisanbau, Mülldeponien	Ca. 15 %
Distickstoffoxid (=Lachgas, N ₂ O)	Düngemittel	Ca. 8 %
Fluorkohlenwasserstoffe	Industrielle Produktion (z.B. Kühl- und Löschmittel)	Ca. 2 %

Quelle: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase

Vertiefungsmöglichkeiten:

- Klimawandel verstehen – „Speicher-Fluss-Modell“

ARBEITSBLATT

Expertentext: Klimawirkung des Waldes

Aufgabe:

Lies den Informationstext aufmerksam durch und mache dir Notizen zu den wichtigsten Aspekten. Anhand deiner Aufzeichnungen sollst du anschließend als Experte die Inhalte deinen Mitschülern vorstellen.

Seit jeher werden Bäume und Hecken als Windschutz gepflanzt, denn Gehölze sind eine wirkungsvolle Windbremse. Schon am Waldrand lässt die Luftbewegung nach. Das schützt den Waldboden vor Winderosion. Aber auch vor und hinter dem Wald entstehen Zonen mit verringerter Windintensität. Dieser Effekt ist an der windabgewandten Seite noch in einer Entfernung von 10 bis 15 Baumhöhen messbar (bis zu circa 500 Meter).

Das geschlossene Kronendach der Bäume wirkt wie ein schützendes Zeltdach. Es schützt das Waldesinnere vor Wind, Sonneneinstrahlung, nächtlichen Wärmestrahlungsverlusten und vor Austrocknung. Die Luft im Wald bleibt feuchter, die Bäume filtern Staub aus der Luft und reichern sie mit ihren Duftstoffen an. Durch die Fotosynthese ist die Luft sauerstoffreich. So entsteht das typische Waldinnenklima. Insbesondere im Sommer verdunsten die Bäume viel Wasser, dies ist ein wichtiger Bestandteil ihres Stoffwechsel- und Kühlsystems. Das dazu benötigte Wasser ziehen sie über ihre Wurzeln aus dem Boden. Weiterhin verdunsten große Mengen Niederschlagswasser „passiv“ über die große Oberfläche der Blätter. Denn dort sammeln sich Regen und Nebel aus der Luft und verdunsten. In beiden Fällen hat dies eine kühlende Wirkung und extreme Temperaturschwankungen werden abgeschwächt.

Daher ist es im Wald im Sommer kühler, im Winter dagegen etwas wärmer als zum Beispiel auf dem freien Feld. Die Wälder geben diese Wärme bzw. Kühle dann auch an die Umgebung ab und wirken auf diese Weise temperaturnausgleichend.

Der Wald als Wasserwerk

Der Wald spielt eine besondere Rolle in den globalen und lokalen Wasserkreisläufen. Wie kaum ein anderes Ökosystem besitzt er die Fähigkeit, Niederschlagswasser zu speichern und zu reinigen. Der Wald sammelt mit seiner großen Oberfläche Regen, Tau und Nebeltröpfchen. Wahre Meister im Wassersammeln sind unsere Buchen. Denn aufgrund ihrer glatten Rinde und nach oben gerichteten Äste führen sie das Niederschlagswasser zum Stamm und von dort in den eigenen Wurzelraum.

Während Wiesen- und Ackerflächen in Trockenphasen sehr rasch austrocknen, geben Waldgebiete die Feuchtigkeit nur sparsam ab. Wälder tragen daher deutlich mehr und auch kontinuierlicher zur Befeuchtung und Abkühlung der Umgebung bei. Dieser Effekt ist besonders in den heißen Sommermonaten von großer Bedeutung.

Luftaustausch sorgt für gutes Stadtklima

Durch Temperaturunterschiede zwischen Wald und Siedlung kommt es zu einem ständigen Luftaustausch, da sich die Luft über Siedlungen stärker erwärmt, als die Luft über dem Wald. Die Warmluft aus dem Siedlungsbereich steigt nach oben und lagert sich über dem Kronendach des Waldes an. Am Abend, wenn die Sonneneinstrahlung nachlässt, kühlen diese Luftmassen ab und sinken in das Waldinnere. Über der Siedlung aufgeheizte Luft dagegen steigt auf und zieht die kühlere Luft aus dem Wald nach. So wird die Siedlung mit frischer, sauerstoffreicher Luft versorgt. Gleichzeitig filtern die Blätter Staub, Ruß und gasförmige Verunreinigungen aus der Luft heraus.

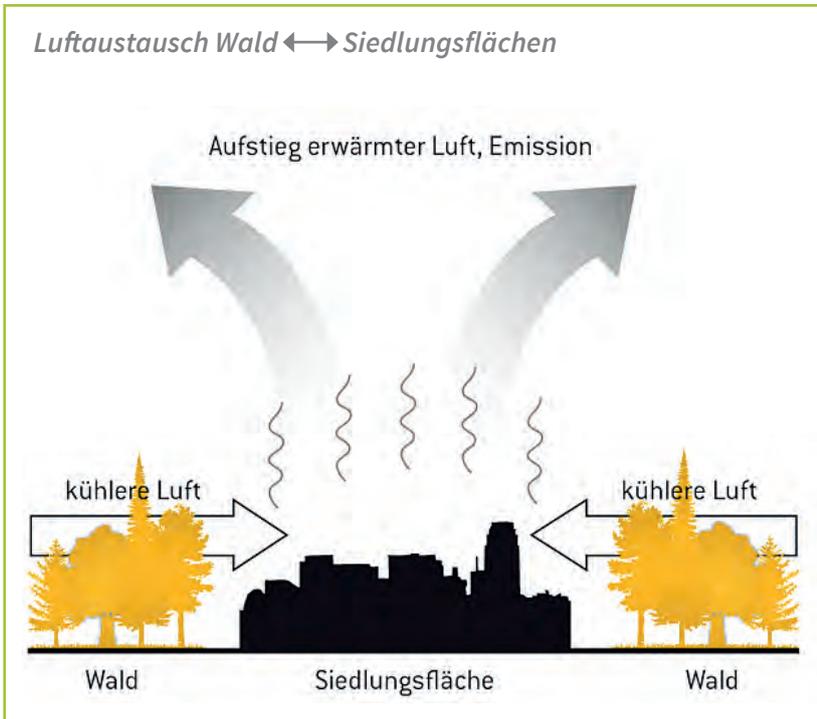


Abb. 2.1: Luftaustausch zwischen Wald- und Siedlungsflächen

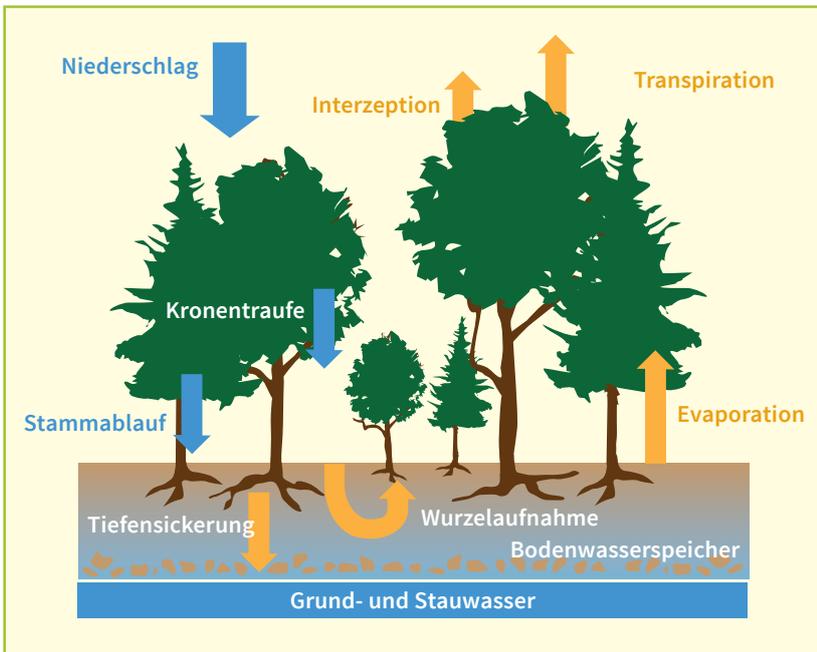


Abb. 2.2: Der Wasserkreislauf in Wäldern (Grafik: Silvia Banyong)

Quellen:

<https://www.waldkulturerbe.de/den-wald-bewahren/die-bedeutung-des-waldes/klimaschuetzer-wald/#c1083>

Abbildungen:

Abb. 2.1: <http://tde.lik-nord.de/wp-content/uploads/sites/2/2014/05/station6-luftaustausch.png>

ARBEITSBLATT

Expertentext: Kohlenstoffspeicher Wald

Aufgabe:

Lies den Informationstext aufmerksam durch und mache dir Notizen zu den wichtigsten Aspekten. Anhand deiner Aufzeichnungen sollst du anschließend als Experte die Inhalte deinen Mitschülern vorstellen.

Kohlendioxid (CO_2) ist ein Treibhausgas, dessen menschenverursachte Emissionen maßgeblich für den Klimawandel verantwortlich sind. Es wird in großen Mengen bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe (z.B. Kohle und Erdöl) sowie bei der Rodung von Wäldern oder bei der Trockenlegung von Mooren freigesetzt.

Intakte Wälder können große Mengen CO_2 speichern: Die Bäume nehmen das CO_2 aus der Luft auf, wandeln es bei der Fotosynthese in Stärke um und bauen daraus ihre Pflanzenmasse auf. Als langlebige Organismen nehmen sie im Laufe ihres Lebens große Mengen CO_2 auf und speichern es für längere Zeit. Für einen Festmeter Holz (= ein Kubikmeter feste Holzmasse) entzieht ein Baum der Luft eine Tonne CO_2 . Daraus erzeugt er 750 kg Sauerstoff (O_2) und bindet 250 kg Kohlenstoff (C).

Doch nicht nur Bäume, auch die Waldböden sind effiziente CO_2 -Speicher. Hier sammeln sich Laub, Nadeln, Rinde, Äste und Totholz an, die ebenfalls Kohlenstoff enthalten. Sie bilden eine schützende Bodendecke und sind zugleich Nahrung für Bodenorganismen wie Würmer, Asseln, Insekten, Pilze und unzählige Mikroben. Sie verwandeln die Pflanzenreste in Humusstoffe und arbeiten diese in den Mineralboden ein. Auf diese Weise reichern sie den Boden mit Kohlenstoff an. Die so im Waldboden gespeicherte Kohlenstoffmenge kann genauso groß sein wie die der oberirdischen Biomasse. Auf einem Hektar Wald in Deutschland kommen so von der Baumspitze bis zur Wurzel rund 120 Tonnen Kohlenstoff zusammen. Mit einer jährlichen Aufnahme von rund 52 Mio. Tonnen CO_2 stellen deutsche Wälder erhebliche Kohlenstoffsinken dar. Damit können jedoch längst nicht die jährlich entstehenden Gesamtemissionen an CO_2 -Äquivalenten* gedeckt werden, die in Deutschland 908 Mio. Tonnen betragen (Umweltbundesamt 2015).

Forst- und Holzwirtschaft beeinflussen die Verteilung auf die unterschiedlichen Speicher. In Naturwäldern sind die Vorräte deutlich höher als im Wirtschaftswald. Im Wirtschaftswald werden dagegen die Bäume gefällt und zu Holzprodukten verarbeitet. In Abhängigkeit von dem jeweiligen Produkt ist dann der Kohlenstoff dort für unterschiedlich lange Zeiträume gespeichert.

Wälder sind Kohlenstoffsinken

Wälder sind somit unverzichtbare CO_2 -Speicher und wirken als natürliche Kohlenstoffsinken positiv auf das Klima und die Treibhausgasbilanz. Die Erhaltung der Wälder – in Deutschland und auch weltweit – ist daher eine wirksame Maßnahme zur Stabilisierung des Klimas. Wird Wald großflächig vernichtet, wie es derzeit z.B. in den Tropen und anderen Teilen der Erde immer noch passiert, treibt das die Änderung unseres Klimas zusätzlich an.

Eine Kohlenstoffsenke ist zum Beispiel der Wald (aber auch die Ozeane oder intakte Moore), wenn er mehr CO_2 aufnimmt, als er abgibt. Je mehr Kohlenstoff in der Biomasse dauerhaft gespeichert ist, desto weniger wird die Atmosphäre belastet. Verliert der Wald hingegen mehr CO_2 (z.B. durch Rodungen, Waldbrände), als er aufnimmt, dann ist er eine Quelle. Dies wirkt sich nachteilig auf die Atmosphäre aus.

* CO_2 -Äquivalent = Maßzahl für den relativen Effekt des Beitrags zum Treibhauseffekt

Langlebige Holzprodukte entlasten die Atmosphäre

Wird das Holz aus dem Wald genutzt, um langlebige Holzprodukte herzustellen, z.B. Möbel und Dachstühle, bleibt der Kohlenstoff darin gespeichert. Gleichzeitig kann durch den Einsatz von Holz z.B. im Baubereich auf die Nutzung anderer, energieintensiver Baustoffe wie z.B. Beton verzichtet werden. Man spricht in diesem Fall von der sogenannten stofflichen Substitution. Wird das Holz dagegen zu Brennholz oder Papier verarbeitet, kann der Kohlenstoff nur für einen kurzen Zeitraum im Produkt gespeichert werden. Der ursprünglich im Holz gebundene Kohlenstoff wird schnell wieder freigesetzt und landet erneut in der Atmosphäre.

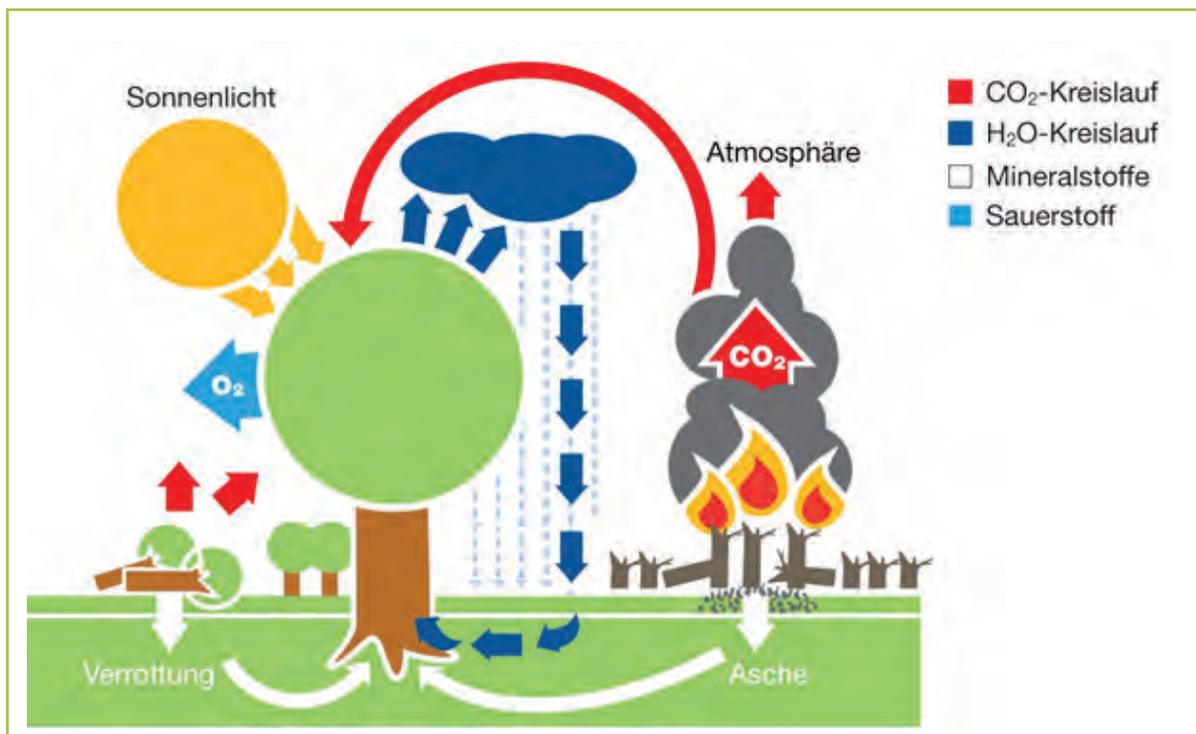


Abb. 2.3: Stoffkreisläufe in Wäldern (© WWF Schweiz)

Quellen:

http://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/lwf_kohlenstoffspeicher_wald/index_DE

http://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/wsl_co2senken/index_DE

<https://www.waldkulturerbe.de/den-wald-bewahren/die-bedeutung-des-waldes/klimaschuetzer-wald/#c1083>

ARBEITSBLATT

Expertentext: Folgen des Klimawandels für Wälder

Höhere Lufttemperaturen haben positive und negative Effekte für Wälder. Positive Effekte sind eine höhere Fotosyntheserate der Bäume (auch bedingt durch höhere CO₂-Konzentrationen) und eine Verlängerung der Vegetationszeit, beides verbunden mit einem stärkeren Wachstum und einer höheren Produktivität. Beispielsweise wird eine Verlängerung der Vegetationszeit schon seit einigen Jahrzehnten beobachtet, sie hat in Mitteleuropa in den vergangenen 40 Jahren um etwa zehn Tage zugenommen. Eine längere Vegetationszeit kann allerdings auch unerwünschte negative Folgen haben: Zum Beispiel treiben die Bäume im Frühjahr früher aus und können damit häufiger Frostschäden erleiden, denn die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Spätfrösten verändert sich kaum.

Ein anderer Nachteil des stärkeren Wachstums ist der erhöhte Wasserbedarf. So benötigen Bäume mehr Wasser für die Assimilation. Zudem steigt mit höheren Temperaturen die Verdunstungsrate, so dass auch bei gleich bleibenden Niederschlägen effektiv weniger Wasser verfügbar sein wird. Andere negative Effekte: Die Forstschädlinge werden zunehmen, denn die Entwicklungszeit vieler Insektenlarven ist temperaturgesteuert. Dadurch können sich zum Beispiel Borkenkäfer schneller vermehren. In wärmeren Wintern können zudem neue Schädlinge aus südlicheren Regionen überleben und bisher unbekannte Schäden verursachen.

Veränderungen in der Niederschlagsintensität und -verteilung wirken in mehrfacher Hinsicht ungünstig auf die Vegetation. Nimmt der für die Bäume besonders wichtige Niederschlag in der Vegetationszeit ab, kann die Wasserverfügbarkeit für viele Bäume dramatisch sinken. Ob die für den Winter prognostizierte Zunahme der Niederschläge ausreicht, um den Rückgang auszugleichen, ist fraglich. Zudem werden Winterniederschläge vermehrt als Regen und nicht als Schnee zu Boden fallen. Auch dies ist für die Pflanzen eher ungünstig, denn der Schnee kann bis zum Beginn der Vegetationsperiode als Wasserspeicher dienen, während Regen schneller versickert und abfließt.

Besonders gefährdet sind Bäume allerdings nicht durch in der Summe niedrigere Niederschlagsmengen, sondern vor allem durch langanhaltende Trockenperioden in der Vegetationszeit. Dabei wird nicht nur das Waldwachstum beeinflusst, sondern auch die Entstehung von Waldbränden gefördert.

Neben Trockenperioden werden Sturmereignisse von vielen Forstpraktikern als weitere wichtige Bedrohung für den Wald angesehen. Tatsächlich gibt es bisher keine eindeutigen Beweise, dass die Sturmhäufigkeit zunehmen wird, denn seit Beginn von Wetteraufzeichnungen hat es immer wieder Perioden gegeben, in denen Stürme gehäuft aufgetreten sind. Theoretisch denkbar sind allenfalls höhere Windgeschwindigkeiten bei Sommerstürmen, da höhere Temperaturen auch stärkere atmosphärische Ungleichgewichte bedingen. Darüber hinaus sind Extremwetterereignisse mit den heute verfügbaren Klimamodellen sehr schwierig vorherzusagen.

Wirkung des Klimas wird durch Standort modifiziert

Bei allen regionalen und lokalen Vorhersagen ist zu berücksichtigen, dass Klimafaktoren immer gemeinsam mit anderen Standortfaktoren wirken. Dazu gehören vor allem Bodeneigenschaften (z.B. die Wasserspeicherkapazität), aber auch die Exposition und Neigung eines Waldbestandes. Daher entscheidet am Ende ganz maßgeblich der Standort darüber, ob eine Baumart unter den gegebenen Klimabedingungen anbauwürdig ist oder nicht.

UE 3: Exkursion „Wald-Bestandsaufnahme“

Zeitbedarf:

ca. 90 Minuten

Inhalt:

SuS untersuchen die Baumvegetation und den Boden im Wald und diskutieren darüber, wie der Wald in Zukunft aussehen könnte.

Lernziel:

SuS vertiefen ihre Kenntnisse zu Baumarten und Standortbedingungen und bestimmen im Ökosystem häufig vorkommende Arten selbst.

BNE-Kompetenzen:

Vorausschauend Entwicklungen analysieren und beurteilen können

- ▶ Hier: SuS erkennen, wie der Mensch die Waldentwicklung beeinflusst.

Vorbereitung:

Waldstück und geeigneten Exkursionsplatz aussuchen, Absprache mit dem Waldbesitzer, Elternbrief (festes Schuhwerk, wetterfeste Kleidung und Verpflegung mitbringen)

Nützliches Hintergrundwissen:

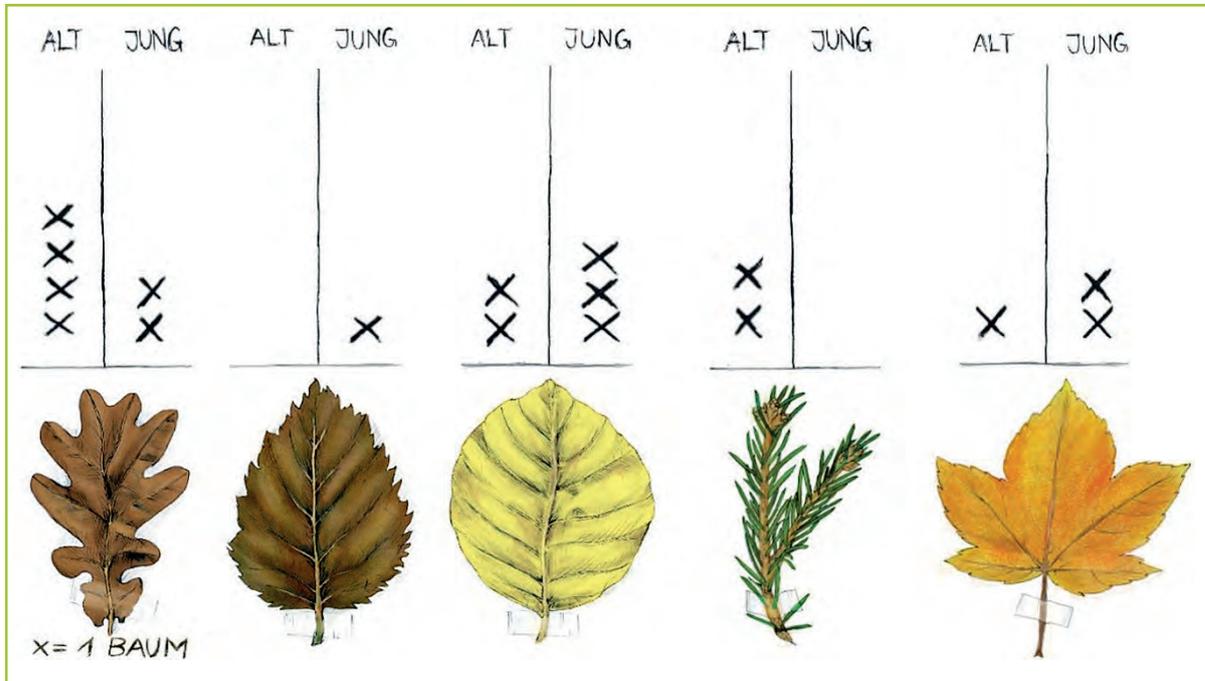
Baumarten, Nachhaltige Forstwirtschaft

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Einleitung Geben Sie den SuS einen Überblick über den Standort und die Exkursion. Erklären Sie, dass sich die Gruppe während der Exkursion die Zusammensetzung des Waldes genauer anschauen wird und dass besonders darauf geachtet werden soll, wie sich der Wald in Zukunft entwickelt.</p>	Lehrervortrag	Evtl. Karte vom Gebiet
<p>Waldspaziergang zum Exkursionsplatz Als Arbeitsauftrag für den Weg sammeln die SuS je drei Blätter und ggf. Früchte von unterschiedlichen Baumarten vom Boden auf. <i>Variante:</i> SuS suchen und sammeln die Blätter derjenigen Baumarten, die in UE 1 besprochen wurden.</p>	Schüleraktivität	
<p>Blätter sortieren und bestimmen Legen Sie das weiße Tuch auf den Waldboden. SuS legen ihre gesammelten Blätter darauf und bilden Haufen mit Blättern der gleichen Art. ▶ „Welche Baumarten kennt ihr schon?“ ▶ „Seht ihr den zugehörigen Baum hier in der Umgebung?“</p>	Schüleraktivität	Weißes Tuch, Bestimmungsblätter Nadelbäume/Laubbäume, ggf. Bestimmungsbuch

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Walderfahrung</p> <p>Raffen Sie das weiße Tuch mit den Blättern zu einem Sack zusammen. SuS greifen sich je ein Blatt heraus. Geben Sie folgenden Auftrag: „Sucht euch einen Baum der Art, die ihr gezogen habt und legt euch für 5 Minuten darunter ins Laub ohne dabei zu sprechen.“ In diesen Minuten, die jeder für sich allein hat, soll nur die Umgebung wahrgenommen werden, das Rascheln der Blätter, die Größe der Bäume, die Sonne auf den Lichtungen, etc. Nach fünf Minuten der Besinnung geht das Programm weiter.</p>	Sinneserfahrung	
<p>Wald-Bestandsaufnahme</p> <p>Sagen Sie den SuS, dass sie nun selbstständig eine wissenschaftliche Bestandsaufnahme durchführen werden. Bilden Sie dafür Vierergruppen. Für jede Gruppe wird ein Startbaum festgelegt (mind. 5 m Abstand zueinander) und z. B. mit einem Rucksack markiert. Nun schreiten die Gruppen parallel zueinander etwa 30 m durch den Wald ab. Wie groß die Schritte sein müssen, um einen Meter lang zu sein, kann vorher an einem Zollstock geübt werden, der auf den Waldboden gelegt wird. Auch der Endpunkt wird markiert. Arbeitsblatt „Wald-Bestandserfassung“ wird ausgeteilt und erklärt: Jede Gruppe geht geradlinig von ihrem Startbaum zum Endpunkt. Alle Bäume, die weniger als zwei Meter rechts und links dieser Linie liegen, werden aufgenommen. Dafür wird von jeder Baumart ein Blatt vom Boden gesammelt und an den unteren Rand des Arbeitsblattes geklebt oder gezeichnet (siehe Zeichnung). Für jeden Baum derselben Art wird ein Kreuz über dem entsprechenden Blatt gemacht. Dabei soll zwischen jungen ($\varnothing < 10$ cm) und alten Exemplaren ($\varnothing > 10$ cm) einer Art unterschieden werden. Über jedem Baumblatt entstehen so zwei Säulen aus Kreuzen („jung“ und „alt“).</p> <p><i>... weiter nächste Seite</i></p>	Gruppenarbeit	Bestimmungsbuch bzw. -schlüssel für Bäume, Zollstock, Arbeitsblatt „Wald-Bestandserfassung“ (auf DIN A3 Format kopiert), (doppelseitiges) Klebeband, 1 Stift pro Gruppe, 1 Maßband pro Gruppe ggf. pH-Testset, ggf. 30 m-Seile

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Anschließend werden die Ergebnisse vorgestellt. Anhand des entstandenen Säulendiagramms kann veranschaulicht werden, wie viele Baumarten vorhanden sind und wie häufig sie sind. Welche Arten vorherrschen, hängt von der Bewirtschaftungsform und von den Standortverhältnissen ab.</p> <p><i>Variante:</i> Falls vorhanden, kann die Strecke mit Hilfe von Seilen (30 m) abgelaufen und markiert werden. Dafür wird das Seil im Zickzack um den Stamm jedes Baumes geschlungen, der auf der Strecke zum Endpunkt liegt.</p> <p>Wenn es Unterschiede gibt, können benachbarte Standorte innerhalb des Waldes verglichen werden, indem die Gruppen entsprechend aufgeteilt werden.</p> <p><i>Vertiefung:</i> Mit einem pH-Testset kann jede Gruppe den pH-Wert an einer charakteristischen Stelle des Waldbodens bestimmen. Gerade ein Vergleich von Laub- und Nadelwaldstandorten ist hier interessant.</p> <p>Bei der Zersetzung der Nadelstreu werden Huminsäuren freigesetzt, die für einen niedrigeren pH-Wert sorgen.</p>		
<p>Abschlussdiskussion SuS diskutieren darüber, wie sich der Wald in Zukunft entwickeln wird.</p> <p>Impulse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ „Wie stark ist der Einfluss des Menschen?“ ▶ „Welche Baumarten sind als junge Pflanzen in der Kraut- und Strauchschicht vertreten? Können Sie sich durchsetzen?“ 	Gruppen- gespräch	
Rückweg zum Ausgangspunkt		

Ausgefülltes Arbeitsblatt Wald-Bestandsaufnahme:



Zeichnung: Laura Marquardt

Vertiefungsmöglichkeiten:

- Bodenfenster – Streuuntersuchung
- Früchte/Ausbreitungsmechanismen



Abb. 2.4: Mit Seil verbundene Bäume für die Waldbestandsaufnahme

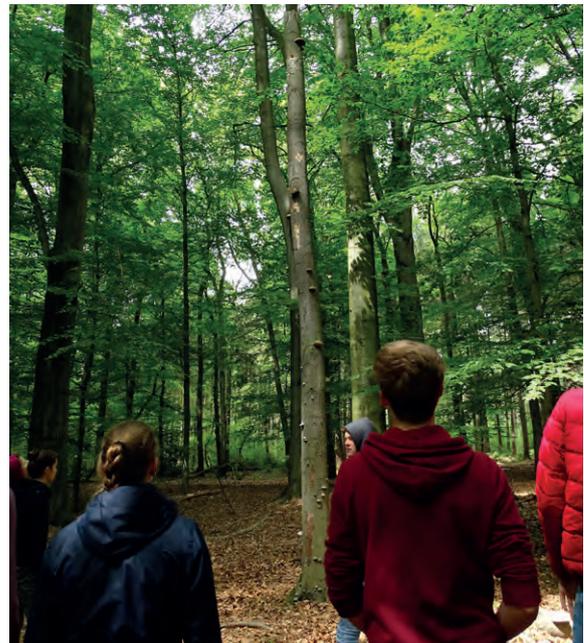


Abb. 2.5: Schülerinnen und Schüler bestimmen Baumarten

ARBEITSBLATT

Vertiefung Bodenfenster – Streuuntersuchung

Benötigtes Material:

Handschuhe, kleine Handschaufeln

Aufgabe:

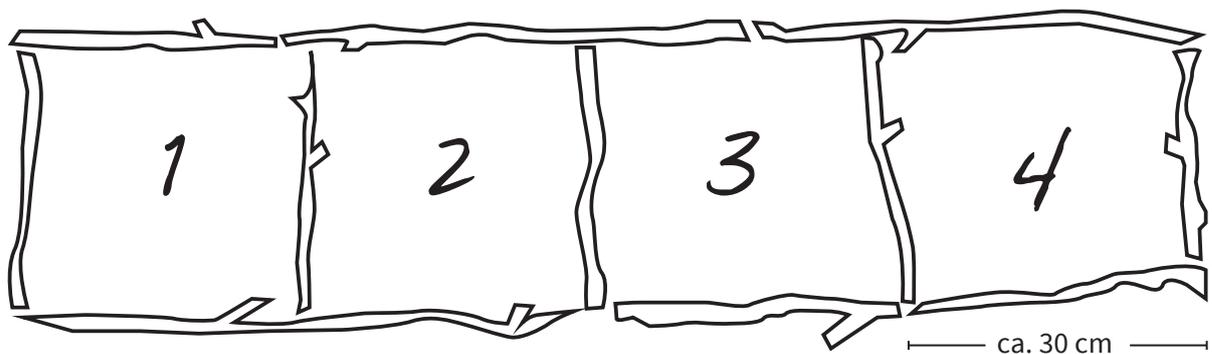
Legt dünne Äste als Rahmen so auf den Waldboden, dass eine Leiter mit vier Fächern entsteht. Hebt schichtweise Blätter, Nadeln und Pflanzenteile nach folgendem Muster ab:

1. Feld: bleibt unverändert
2. Feld: ganze, unzersetzte und nur leicht zersetzte Blätter/Nadeln sowie Bodenpflanzen entfernen
3. Feld: noch als Blatt-/Nadelstreu erkennbares Material, ggf. Feinwurzeln entfernen
4. Feld: oberste Humusschicht

Anhand der Fenster kann der Nährstoffkreislauf und die Zersetzung der Blätter über die Jahre auf dem Waldboden nachvollzogen werden. Achtet auf Tiere, die sich in den einzelnen Schichten aufhalten. Fangt sie in Becherlupen und versucht, sie mit einem Bestimmungsschlüssel zu identifizieren.

Einfache Bestimmungsschlüssel für Bodentiere gibt es z.B. hier:

http://www.waldforum-riddagshausen.de/fileadmin/doku/naturtalente/waldforum_riddagshausen/Scan_Tiere_im_Boden_028.jpg



UE 4: Waldwirtschaft im Klimawandel

Inhalt:

SuS positionieren sich zum Thema „Nutzung oder Nichtnutzung von Wäldern für den Klimaschutz“, lesen einen Informationstext und positionieren sich erneut.

Lernziel:

SuS verstehen, dass die Klimaschutzbilanz eines Waldes von der Bewirtschaftung und den Holzprodukten abhängig ist und können dabei ökologische und ökonomische Motivationen beschreiben.

BNE-Kompetenzen:

Weltoffen und neue Perspektiven integrierend Wissen aufbauen

- Hier: SuS bilden sich eine Meinung zum Thema Wald-Klimaschutz und beschäftigen sich mit den Perspektiven der Holznutzer und der Schützer.

Nützliches Hintergrundwissen:

Klimawirkung des Waldes

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Wald- und Holznutzung, Teil 1</p> <p>Schreiben Sie die folgende Aussage an die Tafel: „Der Umweltminister sagt: Um Klima und Umwelt zu schützen, sollen die Wälder in Deutschland nicht mehr / noch mehr für die Holzwirtschaft genutzt werden.“. Definieren Sie einen Punkt an der Wand des Klassenzimmers als „Weniger Holznutzung“ und einen Punkt an der gegenüberliegenden Wand als „Mehr Holznutzung“ (beschriftete DIN A4-Zettel). Kleben Sie mit Kreppband eine Linie auf den Boden zwischen den beiden Punkten. Bitten Sie die SuS, sich kurz mit ihrem Nachbarn über die Aussage auszutauschen. Dann sollen sie sich auf der Kreppband-Linie zwischen den beiden Zetteln positionieren. Fragen Sie einzelne SuS, warum sie sich an die jeweilige Position gestellt haben.</p> <p>Mögliche Schülerbeiträge:</p> <ul style="list-style-type: none"> ► Wenn keine Bäume mehr gefällt werden, gibt es auch keine Holzprodukte mehr. ► Bäume müssen gefällt werden, sodass es Platz für neue Bäume gibt, die CO₂ binden können. ► Alte Bäume binden kein CO₂ mehr, weil der Zuwachs immer geringer wird. 	<p>Unterrichtsgespräch, Schüleraktivität</p>	<p>Zwei DIN A4-Zettel für die Beschriftung der Ecken (1. Weniger Holznutzung, 2. Mehr Holznutzung), Kreppband</p>

Inhalt	Methode	Medien/Material
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nutzung ist gut, aber es kommt drauf an, was anschließend mit dem Holz passiert. ▶ Je älter Bäume sind, desto wichtiger sind sie für die Biodiversität. ▶ Wälder, die nicht genutzt werden, können sich am natürlichsten entwickeln. 		
<p>Ist ungenutzter Wald schlecht fürs Klima? Teilen Sie an die Hälfte der Klasse den Expertentext „Ungenutzter Wald“ und an die andere Hälfte den Expertentext „Genutzter Wald“ aus und lassen Sie die SuS lesen.</p>	Einzelarbeit	Expertentexte „Ungenutzter Wald“, „Genutzter Wald“
<p>Wald- und Holznutzung, Teil 2 Lassen Sie jeden Text einmal mündlich in Kurzform für alle SuS zusammenfassen. SuS positionieren sich nun nochmal zu derselben Frage zwischen den Ecken „Weniger Holznutzung“ und „Mehr Holznutzung“. Biten Sie wieder einzelne SuS, sich zu ihrer Position zu äußern und zu diskutieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ „Was haben die Texte verändert?“ ▶ „Auf wieviel % der Waldfläche dürfen in Deutschland Bäume gefällt werden?“ (ca. 98 %) ▶ „Was muss beachtet werden, wenn das Klima durch den Wald effektiv geschützt werden soll?“ 	Unterrichtsgespräch, Schüleraktivität	

ARBEITSBLATT

Expertentext „Ungenutzter Wald“

Aufgabe:

Lies den Informationstext aufmerksam durch und mache dir Notizen zu den wichtigsten Aspekten. Positioniere dich anschließend erneut zu der Aussage, ob Wälder in Deutschland noch mehr oder nicht mehr für die Holzwirtschaft genutzt werden sollten.

Ist ungenutzter Wald schlecht für's Klima?

Die unterschätzte Senkenleistung dynamischer Naturwälder*

In der Diskussion um die Bedeutung der Forst- und Holzwirtschaft für den Klimaschutz wird häufig behauptet, dass ausschließlich die forstliche Nutzung des Waldes und die anschließende stoffliche oder energetische Verwertung des Holzes einen positiven Beitrag zum Klimaschutz leisten können. Der vom Naturschutz geforderte Nutzungsverzicht auf 5 bis 10 % der Waldfläche zum Schutz der biologischen Vielfalt sei hingegen kontraproduktiv für den Klimaschutz. Grund für diese Aussage ist die weit verbreitete Annahme, dass in ungenutzten Naturwäldern nach einer kurzen Phase des Vorratsaufbaus der Zuwachs stagniert und sich eine natürliche Balance zwischen CO₂-Aufnahme (Wachstum) und -abgabe (Verrottung) einstellt. Obwohl in jüngeren Studien immer wieder darauf hingewiesen wurde, dass diese Annahme zu kurz greift und auf einer fehlerhaften Ausgangshypothese zur Wachstumsdynamik von Naturwäldern beruht, hat sie sich in den Köpfen vieler Forstwissenschaftler und Politiker festgesetzt.

Die Klimabilanz der Holznutzung

Das Treibhausgas-Minderungspotential der forstlichen Holznutzung besteht zum einen in der gesteigerten Zuwachsrate aufgelichteter und junggehaltener Waldbestände, zum anderen in der Bindung des Kohlenstoffs in Holzprodukten und der Substitution** fossiler Energieträger. Soll diese, häufig auch als „Wald-Holz-Option“ bezeichnete Klimaschutzmaßnahme, mit dem Treibhausgas-Minderungspotential von ungenutzten Wäldern verglichen werden, ist eine vollständige Kohlenstoffbilanzierung notwendig. Das bedeutet, dass alle Kohlenstoffvorräte und -flüsse erfasst werden, einschließlich der des Waldbodens und der Holzprodukte.

Die Senkenleistung ungenutzter Naturwälder

In verschiedenen Studien wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass selbst sehr alte Waldbestände ihre Senkenwirkung aufrecht erhalten und Kohlenstoff anreichern. Es gibt zwei Erklärungen für dieses Phänomen:

1. Wenn Naturwälder alt werden und hohe Mengen an oberirdischer Biomasse akkumuliert haben, kommt es nicht, wie früher häufig angenommen, zu einem Stadium des großflächigen altersbedingten Zusammenbruchs. Vielmehr führt das hohe Alter von Einzelbäumen der oberen Kronenschichten zu einer erhöhten Anfälligkeit dieser Bäume gegenüber Insekten, Pilzen, Blitzeinschlag und Sturm. Bricht ein einzelner Baum zusammen, übernehmen jüngere Bäume aus den unteren Kronenschichten die Führung, es entsteht ein kleinflächiges Mosaik verschiedener Altersstufen. In dem Jahrzehnte andauernden Zersetzungsprozess des Totholzes wird zwar CO₂ freigesetzt, die Zuwachsraten jüngerer Bäume, die in die oberen Kronenschichten hineinwachsen, können diesen CO₂-Verlust jedoch in den meisten Fällen kompensieren.

2. Im Zuge des Zersetzungsprozesses von Totholz geht ein Teil des gebundenen Kohlenstoffs in den Waldboden über und wird dort gespeichert. Weiter wird Kohlenstoff über die Streu und die Wurzeln in den Boden „gepumpt“. Diese Kohlenstoffbilanz des Waldbodens wird in Berechnungen häufig außen vor gelassen, ebenso wie der Kohlenstoffspeicher in der unterirdischen Biomasse (Wurzelsystem) der Bäume.

Forderungen des Naturschutzbundes (NABU):

- ▶ Sparsamere und effizientere Verwendung des kostbaren Rohstoffs Holz mit konsequenter Umsetzung der Holz-Nutzungskaskade, wonach Holz zunächst mehrfach stofflich und erst zum Schluss energetisch genutzt wird.
- ▶ Erhöhung des Anteils ungenutzter Naturwälder. Sie wirken als Rückzugsräume und Quellgebiete für die Artenvielfalt. Sie können zum dringend benötigten Biotopverbund in Deutschland beitragen und erhöhen damit die Anpassungsfähigkeit der heimischen Flora und Fauna an den Klimawandel.

**Senke = Als Kohlenstoffsenke wird ein Reservoir bezeichnet, das zeitweilig oder dauerhaft Kohlenstoff aufnimmt und speichert.*

***Substitution = Ersatz*

****Verjüngung = Reproduktion eines Baumes oder eines Bestandes*

NABU-Hintergrundpapier

www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/nabu-hintergrund_-_die_untersch__tzte_senkenleistung_von_naturw__ldern_stand_28.10.2010.pdf

(gekürzter und leicht veränderter Text)



Abb. 2.6: Baumriese im Urwald Sababurg (© Achim Lueckemeyer / pixelio.de)

ARBEITSBLATT

Expertentext „Genutzter Wald“

Aufgabe:

Lies den Informationstext aufmerksam durch und mache dir Notizen zu den wichtigsten Aspekten. Positioniere dich anschließend erneut zu der Aussage, ob Wälder in Deutschland noch mehr oder nicht mehr für die Holzwirtschaft genutzt werden sollten.

Aus der „Roadmap Holzwirtschaft 2025“ des deutschen Holzwirtschaftsrats

Der nachwachsende Rohstoff Holz, der vermutlich erste Bau- und Werkstoff des Menschen, spielt auch in unserer hoch technologisierten und digitalisierten Welt eine zentrale Rolle: Etwa 17 % der Einfamilienhäuser in Deutschland sind in Holzbauweise errichtet, die Holzfasern sind der Grundstoff für unsere Zellstoff- und Papierprodukte und selbst Textilien werden daraus gewebt. Dabei zeigt sich die deutsche Holzindustrie innovationsfreudig und verantwortungsbewusst: Ein nicht unerheblicher Teil unserer Möbel besteht aus recyceltem Altholz. Vorbild ist dabei Papier, wo wir eine Rücklaufquote von 73 % erreichen.

Die deutsche Holzwirtschaft mit rund 650.000 Beschäftigten und rund 118 Milliarden Euro Umsatz stellt daher das Fundament der Bioökonomie dar. Der Beitrag der Holzwirtschaft zur Bioökonomie ist noch nicht voll ausgeschöpft.

Holz für die Städte von morgen

Beim Klimaschutz leistet die Verwendung von Holz einen doppelten Beitrag: Zum einen wird beim Wachstum der Bäume das klimaschädliche Kohlendioxid im Holz fixiert und bleibt über die Verwendungsdauer des Holzes gebunden. Zum anderen ersetzt es als Bau- und Werkstoff energieintensivere Materialien und als Energieholz fossile Energieträger.

2050 werden zwei Drittel der Weltbevölkerung in der Stadt leben. In den Ballungszentren sind Wohnraum und Bauflächen knapp. Die Städte der Zukunft müssen daher nachhaltig und wandlungsfähig sein. Die modernen Holzbauweisen sind der Schlüssel für anpassungsfähige und zukunftsweisende Wohnraumkonzepte. Damit das Material sein Potenzial im Klimaschutz und im Städtebau voll entfalten kann, müssen vor allem im Bauwesen, dem größten Markt für Holzprodukte, die gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verbessert werden. Gerade hier bietet die Holzverwendung entscheidende Vorteile: Die leichte Holzbauweise eignet sich hervorragend für die Nachverdichtung urbaner Wohngebiete und die industrielle Vorfertigung ermöglicht einen schnellen Baufortschritt. Das volle Klimaschutzpotenzial erkennt man bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Holzbauten: nachhaltig, ressourcen- und energieeffizient sowie recyclingfähig.

Forderungen des Deutschen Holzwirtschaftsrats (DHWR) u.a.:

- ▶ Die nachhaltige Rohstoffversorgung zur Etablierung einer biobasierten Wirtschaft sichern und dafür die politischen Ziele im Bereich Flächenstilllegungen und Nutzungsbeschränkungen zugunsten alternativer, ressourceneffizienter und integrativer Schutzkonzepte korrigieren.
- ▶ Den Erhalt eines standörtlich ökologisch und ökonomisch ausbalancierten Nadelholzanteils bereits in der Waldverjüngung fördern.
- ▶ Die Forschungsförderung stärker auf die Verwendung des wichtigsten biobasierten Rohstoffes Holz ausrichten.

*Deutscher Holzwirtschaftsrat – Roadmap Holzwirtschaft 2025
www.dhwr.de/docs/dyn/6887/dhwr_roadmap_holzwirtschaft_2025_web.pdf
(gekürzter und leicht veränderter Text)*



Abb 2.7: Die Nachfrage nach Holzprodukten steigt

UE 5: CO₂-Fußabdruck

Inhalt:

SuS diskutieren über das eigene Konsumverhalten, errechnen ihren CO₂-Fußabdruck und erarbeiten Möglichkeiten zur CO₂-Reduzierung für sich selbst und für die Schule.

Lernziel:

SuS begreifen, durch welche Alltagsaktivitäten CO₂ verursacht wird, wie der CO₂-Ausstoß global verteilt ist und wie man klimafreundlicher leben kann. Dabei bewerten Sie die Eingriffe des Menschen im Hinblick auf seine Verantwortung für Mitmenschen und Umwelt.

BNE-Kompetenzen:

Die eigenen Leitbilder und die anderer reflektieren können

► Hier: SuS erkennen die Notwendigkeit eines nachhaltigen Umgangs mit der Umwelt und mit natürlichen Ressourcen.

Sich und andere motivieren können, aktiv zu werden

► Hier: SuS erkennen Möglichkeiten für die Verringerung von CO₂-Emissionen in ihrem eigenen Umfeld und tauschen sich darüber aus.

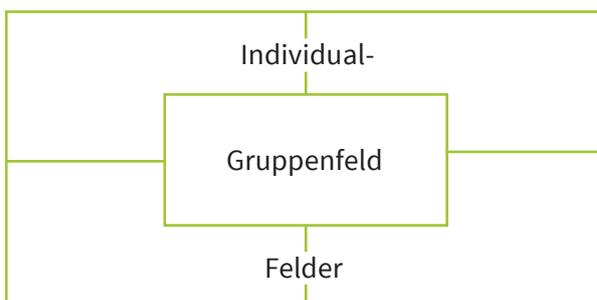
Nützliches Hintergrundwissen:

CO₂-Fußabdruck und -minderung

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Lebensqualität und Konsum Sammeln Sie Beiträge der SuS an der Tafel/ Flipchart zu der Frage „Was macht für euch eine hohe Lebensqualität aus?“ Lassen Sie die SuS diskutieren: ► „Welche (dieser) Aktivitäten und welches Konsumverhalten führen zu besonders hohen CO₂-Emissionen und warum?“</p>	Unterrichtsgespräch	
<p>CO₂-Rechner Erklären Sie den SuS, dass jeder einen persönlichen CO₂-Fußabdruck hat, der den Gesamtbetrag an CO₂-Emissionen darstellt, der direkt oder indirekt durch die eigenen Aktivitäten verursacht wird. Jeder füllt nun ein Arbeitsblatt „CO₂-Rechner“ aus. Nachdem jeder seinen CO₂-Fußabdruck errechnet hat, tauschen sich die SuS mit einem ihrer Nachbarn über die Ergebnisse aus. Lassen Sie ggf. das Durchschnittsergebnis der Klasse ausrechnen. <i>Variante:</i> CO₂-Rechner am Handy oder Powerpoint mit zwei alternativen Antwortreihen (best case – worst case)</p>	Einzel- und Partnerarbeit	Arbeitsblatt „CO ₂ -Rechner“

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Möglichkeiten der CO₂-Minderung Anschließend Diskussion mit der ganzen Klasse:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ „Welche Länder haben eurer Meinung nach einen besonders hohen oder niedrigen CO₂-Fußabdruck?“ ▶ „Der CO₂-Fußabdruck eines Menschen auf der Erde dürfte nur 2,5 t/Jahr groß sein. Was würde das für euer Leben bedeuten?“ 	Unterrichtsgespräch	
<p>CO₂-Placemat SuS setzen sich in Vierergruppen zusammen. Jede Gruppe erhält einen großen Bogen aus Papier, der in vier Individualfelder in den Ecken und ein Gruppenfeld in der Mitte aufgeteilt wird (siehe Placemat-Methode unten). Stellen Sie die Frage „Durch welche Maßnahmen kann jeder seinen CO₂-Fußabdruck verringern? Was könnte hier in der Schule getan werden?“. SuS notieren Ihre Gedanken zunächst in Einzelarbeit in ihr jeweiliges Individualfeld. Anschließend tauscht sich die Gruppe darüber aus. Dazu kann der Bogen gedreht werden, sodass alle Gruppenmitglieder am Ende die Ergebnisse der anderen gelesen haben. Jede Gruppe entwickelt dann ein gemeinsames Gruppenergebnis im Gruppenfeld, das dem Rest der Klasse vorgestellt wird.</p>	Placemat-Methode, Gruppenarbeit	Ein großer Papierbogen pro Gruppe, ggf. Eddings

Placemat-Methode:



Vertiefungsmöglichkeiten:

- Ausstellung zum CO₂-Fußabdruck entwerfen (z.B. mit Fotostory) und in der Schule veröffentlichen
- Wie können die CO₂-Emissionen in der Schule gesenkt werden?

ARBEITSBLATT CO₂-Rechner

Der CO₂-Fußabdruck gibt den Gesamtbetrag an CO₂-Emissionen an, der direkt oder indirekt durch deine Aktivitäten und deinen Lebensstil verursacht wird. Mithilfe von Angaben zum Heizbedarf, Konsumverhalten, Essgewohnheiten und Transport kannst du deinen eigenen CO₂-Fußabdruck berechnen. Berücksichtigt werden auch indirekte Emissionen, die z.B. durch Herstellung, Transport und Lagerung der Produkte entstehen, die du letztlich konsumierst.

Der Durchschnitts-Deutsche hatte im Jahr 2015 einen CO₂-Fußabdruck von rund 11 t/Jahr (Umweltbundesamt). Der weltweit durchschnittliche CO₂-Fußabdruck lag bei etwa 5 t/Jahr. Nach Angaben des Weltklimarates (IPCC) müsste dieser Wert weltweit auf maximal 2,5 t/Jahr reduziert werden, um die globale Erwärmung auf 2°C zu begrenzen.

Durch diesen Fragebogen bekommst du eine Idee davon, wie nachhaltig dein Lebensstil ist und was du für die Reduktion deines eigenen CO₂-Fußabdruckes tun könntest.

Viel Spaß damit!

Verkehr	Punkte
1. Wie kommst du zur Schule?	
▶ Mit dem Rad oder ich gehe zu Fuß	0 P.
▶ Mit dem Bus / öffentlichen Nahverkehr	10 P.
▶ Mit einer Auto-Fahrgemeinschaft	25 P.
▶ Mit dem Auto / Eltern bringen mich	50 P.
2. Welche Angebote des öffentlichen Nahverkehrs nutzt du in deiner Freizeit (Treffen mit Freunden, Ferien, etc.) – Mehrfachantworten möglich	
▶ Ich nehme manchmal für kurze Strecken den Bus	1 P.
▶ Ich nehme öfters bzw. für lange Strecken den Bus	5 P.
▶ Ich fahre manchmal für kurze Strecken mit dem Zug	2 P.
▶ Ich fahre öfters bzw. für lange Strecken mit dem Zug	12 P.
▶ Ich fahre manchmal kurze Strecken mit dem Auto (oder werde mitgenommen)	5 P.
▶ Ich fahre öfters bzw. lange Strecken mit dem Auto (oder werde mitgenommen)	30 P.
3. Wie viele Stunden bist du im letzten Jahr ungefähr geflogen (z.B. in den Urlaub)?	
▶	x 45 P.
Wohnen	
4. Wie wohnst du?	
▶ In einem Einfamilienhaus	400 P.
▶ In einem Reihen- oder Mehrfamilienhaus	200 P.
▶ In einem Wohnblock mit mehreren Wohnungen	100 P.
Zwischenergebnis:	

- | | |
|---|--------|
| 5. Womit heizt ihr zu Hause? | |
| ▶ Gas oder Heizöl | 400 P. |
| ▶ Elektroheizung | 470 P. |
| ▶ Holz | 380 P. |
| ▶ Sonnen-, Wind- oder geothermische Energie | 0 P. |
| ▶ Wir müssen unser Haus überhaupt nicht heizen | 0 P. |
| ▶ Weiß ich nicht | 435 P. |
| 6. Wie warm heizt du dein Zimmer im Winter auf? | |
| ▶ unter 19°C (Ich trage dann einen dicken Pulli) | 0 P. |
| ▶ 19°C bis 22°C (Ich trage höchstens einen normalen Pulli) | 20 P. |
| ▶ über 22°C (Ich kann wie im Sommer ein T-Shirt tragen) | 50 P. |
| 7. Schaltest du das Licht aus, wenn du das Haus verlässt oder als letzter aus dem Zimmer gehst? | |
| ▶ Ja, immer | 0 P. |
| ▶ Meistens schon | 50 P. |
| ▶ Eher selten | 110 P. |
| ▶ Ich lasse immer alles an | 160 P. |
| 8. Lässt du das Wasser laufen während du deine Zähne putzt? | |
| ▶ Ja, die ganze Zeit | 1 P. |
| ▶ Nein, ich mache es aus, wenn ich es nicht brauche | 0 P. |
| 9. Benutzt ihr einen Trockner, um eure Wäsche zu trocknen? | |
| ▶ Immer | 20 P. |
| ▶ Mal ja, mal nein | 10 P. |
| ▶ Selten oder nie | 0 P. |
| 10. Welches Papier nutzt du in der Regel zum Drucken und Schreiben? | |
| ▶ Neues, weißes Papier und drucke bzw. schreibe nur auf einer Seite | 5 P. |
| ▶ Neues, weißes Papier und drucke bzw. schreibe doppelseitig | 3 P. |
| ▶ Recyclingpapier und drucke/schreibe nur auf einer Seite | 4 P. |
| ▶ Recyclingpapier und drucke/schreibe doppelseitig | 2 P. |
| ▶ Papier, das schon auf einer Seite bedruckt ist | 0 P. |
| 11. Wie viele Stunden pro Woche lädst du dein Mobiltelefon? | |
| ▶ | x 5 P. |

Zwischenergebnis:

12. Wenn ich meinen PC bzw. Laptop nicht benutze
- ▶ Lasse ich ihn trotzdem laufen, denn ich könnte es ja bald wieder brauchen 300 P.
 - ▶ Lasse ich ihn im Schlafmodus laufen (schwarzer Bildschirm) 30 P.
 - ▶ Schalte ich ihn aus 15 P.
 - ▶ Ich habe weder Computer noch Laptop 0 P.

Ernährung

13. Wie ernährst du dich?
- ▶ Zu 90% oder mehr vegan 190 P.
 - ▶ Zu 90% oder mehr vegetarisch 380 P.
 - ▶ Nicht vegetarisch oder vegan 420 P.

14. Ernährst du dich saisonal und isst Lebensmittel, die aus der Region kommen?
- ▶ Meistens 8 P.
 - ▶ Manchmal 45 P.
 - ▶ Selten oder nie 80 P.

15. Welche Getränkeform nutzt du am häufigsten?
- ▶ Dosen, Einwegflaschen, Tetrapaks 30 P.
 - ▶ Mehrwegflaschen 15 P.
 - ▶ Wasser aus der Leitung 0 P.

Einkaufen

16. Wie oft kaufst du in etwa ein neues Kleidungsstück?
- ▶ Mindestens einmal pro Woche 20 P.
 - ▶ Jeden Monat 8 P.
 - ▶ Seltener 4 P.

17. Wie transportierst du deine Einkäufe?
- ▶ Ich nehme fast immer meine eigene Tasche oder einen Korb mit 0 P.
 - ▶ Ich nehme manchmal meine eigene Tasche oder einen Korb mit 1 P.
 - ▶ Ich lasse mir immer Papier- oder Plastiktüten vom Kassierer geben 2 P.

18. Neue elektronische Geräte (z. B. Smartphone, DVD Player, Fernseher) kaufe ich im Jahr (oder bekomme sie als Geschenk) etwa
- ▶ x 15 P.
 - ▶ Weniger als 1 6 P.

Gesamtpunktzahl:

UE 6: Exkursion „Wald und Klima(wandel)“

Zeitbedarf:

ca. 90 Minuten

Inhalt:

SuS vermessen Bäume im Wald (Alternative: Schulhof), errechnen deren Kohlenstoffspeicher und suchen nach möglichen Zeichen des Klimawandels im Wald.

Lernziel:

SuS lernen die Methoden zur Vermessung von Bäumen kennen und können einschätzen, wieviel CO₂ von Bäumen gebunden wird.

BNE-Kompetenzen:

Interdisziplinär Erkenntnisse gewinnen und handeln

- Hier: SuS stellen Zusammenhänge her zwischen dem Alter eines Baumes, der Menge an gebundenem Kohlenstoff und ihren eigenen alltäglichen Aktivitäten und können praktische Methoden eines Waldarbeiters anwenden.

Vorbereitung:

Waldstück und geeigneten Exkursionsplatz aussuchen (evtl. mit geeignetem Baumstumpf für die Altersbestimmung der Bäume), geeignete Exkursionsroute für den Waldspaziergang „Spuren des Klimawandels“ aussuchen, Absprache mit dem Waldbesitzer, Elternbrief (festes Schuhwerk, wetterfeste Kleidung und Verpflegung mitbringen)

Nützliches Hintergrundwissen:

Klimafunktion des Waldes, Folgen des Klimawandels für Wälder

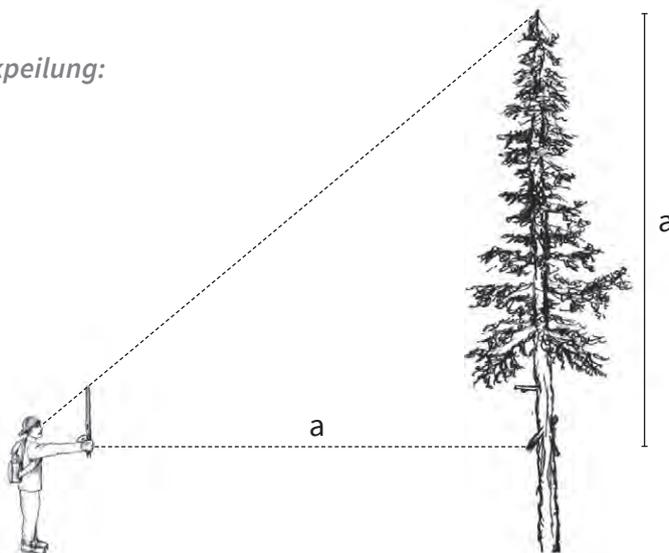
Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Einleitung Geben Sie den SuS einen Überblick über die Exkursion.</p>	Lehrervortrag	Evtl. Karte vom Gebiet
<p>Temperaturmessung Fragen Sie die SuS zur Wiederholung nach der positiven Klimawirkung des Waldes (Luftfilter, Kaltluftproduktion). Demonstrieren Sie die kühlende Wirkung des Waldinnenklimas, in dem Sie die Temperatur zu Beginn der Exkursion außerhalb des Waldes messen. Messen Sie die Temperatur z.B. am Exkursionsplatz im Wald erneut und machen die SuS darauf aufmerksam.</p>		
<p>Waldspaziergang zum Exkursionsplatz Als Arbeitsauftrag für den Weg sammeln die SuS je einen Stock, der der Länge ihres Armes (Schulter – Fingerspitze) entspricht.</p>	Schüleraktivität	

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Methoden der Baumvermessung</p> <p>Erarbeiten Sie mit den SuS im Gespräch, dass die Menge an CO₂, die ein Baum durch die Photosynthese aus der Luft filtert, errechnet werden kann. Dafür braucht man das Volumen des Baumes, das bei stehenden Bäumen in Vorratsfestmetern (Vfm) angegeben wird.</p> $Vfm = \pi/4 \times \text{Durchmesser}^2 \times \text{Höhe} \times \text{Formzahl (0,4)}$ <p>Der Durchmesser wird aus dem Umfang eines Baumes errechnet ($d = \text{Umfang}/\pi$), z.B. mit dem Maßband oder durch Abmessen mittels Handspannweite.</p> <p>Um die Höhe des Baumes zu ermitteln, wird die Methode der Stockpeilung angewandt. Dafür wird beispielhaft ein Baum ausgesucht, dessen Stammfuß und Spitze gut zu erkennen sind (hier eignen sich z.B. Bäume am Wegrand). Bei ausgestrecktem Arm und senkrecht gehaltenem Stock (rechter Winkel) wird nun die Baumspitze über die Stockspitze angepeilt (siehe Zeichnung). Nun entfernt man sich Schritt für Schritt vom Baum, bis die Höhe des Stocks der Höhe des Baumes entspricht. Dieser Punkt wird markiert, z.B. mit dem Rucksack. Der Abstand zwischen dem Messenden und dem Baum entspricht dann der Baumhöhe bzw. Augenhöhe - Wipfel. Der Abstand wird in Metern abgeschritten. Wie groß ein Schritt für einen Meter sein muss, können die SuS an einem Zollstock testen.</p> <p>Die Formzahl 0,4 wird eingerechnet, um eine Annäherung an die tatsächliche, konisch zulaufende Baumform zu erreichen.</p> <p>Je Vfm Holz werden etwa 0,9 t CO₂ aus der Luft gefiltert und der Kohlenstoff im Holz gespeichert.</p> <p>Das Alter eines Baumes kann über das Zählen der Jahresringe oder über Referenzwerte ermittelt werden. Finden Sie einen Baumstumpf, können Sie dieses demonstrieren. SuS sollen nun in Kleingruppen Bäume vermessen und das Arbeitsblatt „CO₂-Speicher“ bearbeiten.</p>	<p>Unterrichtsgespräch, Gruppenarbeit</p>	<p>Zollstock, Maßbänder für jede Gruppe, Arbeitsblatt „CO₂-Speicher Wald“, Taschenrechner z.B. im Smartphone hilfreich</p>

Inhalt	Methode	Medien/Material
<p>Spuren des Klimawandels*</p> <p>Laufen Sie mit den SuS eine vorher ausgesuchte Exkursionsroute. Schicken Sie sie auf die Suche nach Spuren des Klimawandels, wie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Bäume mit lichter Krone oder frühzeitig welkenden Blättern als Hinweis auf Trockenstress ▶ Borkenkäferflächen ▶ Windwurfflächen (kann auch an einzelnen umgeworfenen Bäumen thematisiert werden) ▶ Wegschäden durch Starkregen ▶ Mischwaldkulturen als Reaktion der Forstwirtschaft, um die nächste Waldgeneration mit guten Chancen auszustatten <p>Funde können auch mit ausgedruckten Bildern ergänzt und verdeutlicht werden (Abb. 2.8 und 2.9).</p> <p>Hinweis: Die vorgefundenen Situationen gibt es auch ohne Klimawandel. Die Wahrscheinlichkeit dieser Ereignisse steigt aber.</p>	<p>Schüleraktivität, Lehrervortrag</p>	<p>Ggf. Bildausdrucke „Sturmschäden“ und „Trockenstress“</p>
Rückweg zum Ausgangspunkt		

*Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF): Wald, Klima & Du – Forstliche Bildungsarbeit aktuell.

Methode Stockpeilung:



Zeichnung: Laura Marquardt

ARBEITSBLATT

CO₂-Speicher Wald

Datum

Gruppe

Aufgabe:

Sucht euch einen Baum, errechnet sein Volumen in Vorratsfestmetern (Vfm) und anschließend die Menge an CO₂, die er gebunden hat. Füllt das Arbeitsblatt aus.

$$V_{fm} = \pi/4 \times d^2 \times h \times 0,4 \text{ (Formzahl)}$$

$$d = U / \pi$$

Baumart	Alter ca.	Umfang (U) in m	Höhe (h) in m	Durchmesser (d) in m	Vfm

Je Vfm Holz wurden 0,9 t CO₂ aus der Luft gefiltert.

Euer Baum hat also $V_{fm} \times 0,9 \text{ t CO}_2 = \dots\dots\dots \text{ t CO}_2 (= X)$ aus der Luft gefiltert.

Wie viele dieser Bäume binden die CO₂-Emissionen einer Flugreise von Frankfurt am Main nach Mallorca und zurück (ca. 1,2 t CO₂)? $1,2 \text{ t CO}_2 / X = \dots\dots\dots$ **Bäume**

Wie viele dieser Bäume binden den jährlichen CO₂-Fußabdruck eines Durchschnitts-Deutschen (ca. 11 t)? $11 \text{ t CO}_2 / X = \dots\dots\dots$ **Bäume**

In Deutschland wachsen pro Jahr und Hektar Wald etwa 10 Vfm nach. Wie viele Hektar Wald benötigt ein Durchschnitts-Deutscher pro Jahr für seinen CO₂-Fußabdruck?

$11 \text{ t CO}_2 / (10 \text{ Vfm} \times 0,9 \text{ t}) = \dots\dots\dots$ **Hektar** (= Y) Wald. Vergleich: ein Fußballfeld ist ca. 0,7 ha groß. Das entspricht etwa $Y/0,7 \text{ ha} = \dots\dots\dots$ **Fußballfeldern**.

Exkurs Altersbestimmung

Bei der Schätzung des Baumalters könnt ihr euch an folgenden beispielhaften Durchmessern orientieren:

- 100-jährige Fichte ca. 39 cm
- 100-jährige Kiefer ca. 33 cm
- 100-jährige Buche ca. 31 cm
- 100-jährige Eiche ca. 32 cm

Sturmschäden

Sturmereignisse könnten im Klimawandel häufiger werden. Im Wald besteht dann die Gefahr, dass Bäume entwurzelt werden und Kronen brechen.



Abb. 2.8: Sturmschäden im Wolbecker Tiergarten bei Münster

Trockenstress

Wenn sich die Blätter der Bäume schon vor dem Herbst verfärben und welken, kann das ein Anzeichen von Trockenstress sein.



Abb. 2.9: Bäume mit Trockenstress in Hessen, Herbst 2016 (Foto: HessenForst)

UE 7: Zukunftswald

Inhalt:

SuS entwickeln vor dem Hintergrund des Klimawandels Zukunftsszenarien für ein Waldgebiet und wenden dabei ihr bisher gewonnenes Wissen an.

Lernziel:

SuS wenden gemeinsam das Wissen zu Wäldern und Klima an. Beispielhaft gestalten Sie selbst ein Stück Landschaft um und bewerten die Veränderungen im Ökosystem im Hinblick auf den Klimawandel.

BNE-Kompetenzen:

Gemeinsam mit anderen planen und handeln können

- Hier: SuS planen gemeinsam einen Zukunftswald.

An kollektiven Entscheidungsprozessen teilhaben können

- Hier: SuS diskutieren gemeinsam über ihre Ziele und die Ausgestaltung des Zukunftswaldes und finden Wege, die Meinungen aller Gruppenmitglieder in Entscheidungen einzubeziehen.

Vorausschauend Entwicklungen analysieren und beurteilen können

- Hier: SuS berücksichtigen in ihrer Planung den Einfluss des Klimawandels auf ihren Wald und treffen entsprechende Vorkehrungen.

Vorbereitung:

Informationstisch mit den Steckbriefen der einzelnen Baumarten (Hintergrundwissen)

Nützliches Hintergrundwissen:

Steckbriefe, Anpassung von Wäldern an den Klimawandel

Inhalt	Methode	Medien/Material
Einführung Stellen Sie das Gebiet vor, für das die SuS einen nachhaltigen Zukunftsplan zur Waldentwicklung erstellen werden. Zu Beginn dieser Gruppenarbeit steht die Entscheidung, welche der Ziele „Nutzung“, „Schutz“ und „Erholung“ im Vordergrund stehen sollen. Der Klimawandel soll in jedem Fall berücksichtigt werden. Für die Planung können sich die SuS am Infotisch Ideen für die Wahl ihrer Baumarten holen.	Lehrervortrag	Powerpoint „Zukunftswald“, Baum-Steckbriefe (Hintergrundwissen)
Planung des Zukunftswaldes SuS finden sich in Vierergruppen zusammen. Für die Planung orientieren sie sich an den Fragen auf dem Arbeitsblatt. Jeder Zukunftswald sollte einen Namen bekommen. Der Grundriss des Waldgebietes wird für die anschließende Vorstellung auf das Plakat übertragen und der Zukunftswald zeichnerisch dargestellt und beschriftet. Bei der Präsentation stellt jede Gruppe ihre Planung mit Zielen vor und begründet ihr Vorgehen. Die Plakate können ausgestellt oder an die Wand des Klassenzimmers gehängt werden.	Gruppenarbeit	Arbeitsblatt „Steckbrief Zukunftswald“, Flipchart-Plakate und Eddings/farbige Stifte für jede Gruppe

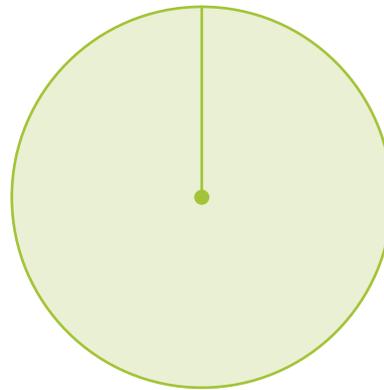
ARBEITSBLATT Steckbrief Zukunftswald

Name eures Waldes:

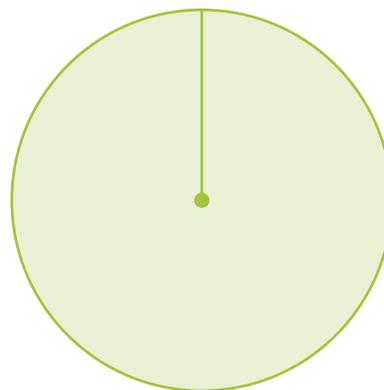
Ziele:

Wie wird der Klimawandel berücksichtigt?

Zeichnet eure Baumartenverteilung in das Tortendiagramm:



Zeichnet das Verhältnis von Nutzung und Nichtnutzung in das Tortendiagramm:

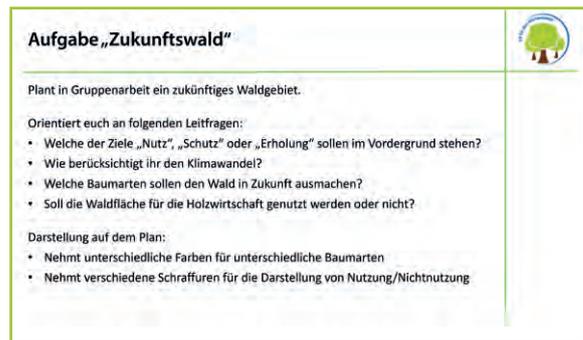
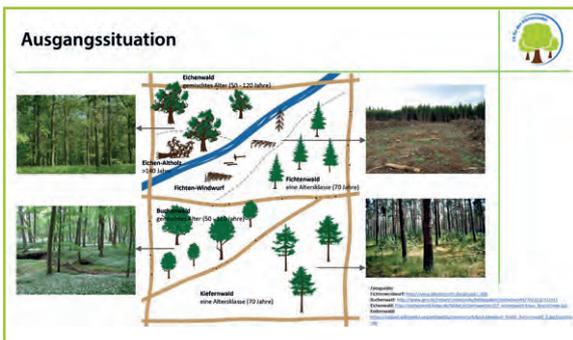
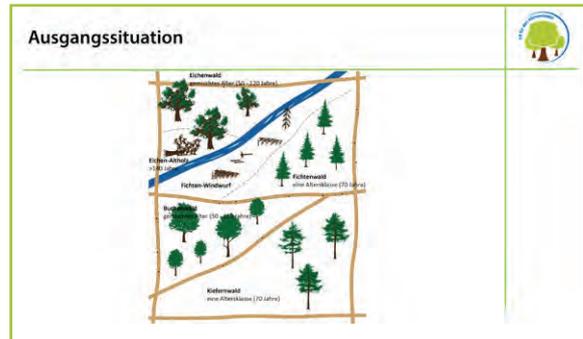


Aufgabe:

Zeichnet eine große, schematische Karte eures zukünftigen Waldes:

- ▶ Nehmt unterschiedliche Farben für unterschiedliche Baumarten
- ▶ Nehmt verschiedene Schraffuren für die Darstellung von genutzten und nicht genutzten Waldbereichen
- ▶ Zeichnet die Tortendiagramme neben die Karte

ÜBERSICHT Power Point Präsentation



Link zum Download:
www.fit-fuer-den-klimawandel.de/downloads/schulen

UE 8: Weltverteilungsspiel

Inhalt:

SuS schätzen die Verteilung von Bevölkerung, Einkommen, Energieverbrauch und Waldfläche zwischen den Kontinenten. Anhand von Klimawandel-Indizien wird die Frage nach der Gerechtigkeit zwischen Verursachern und Hauptbetroffenen diskutiert.

Lernziel:

SuS bewerten die Auswirkungen des Klimawandels im Hinblick auf die Verantwortung der Menschen für ihre Mitmenschen und die Umwelt.

BNE-Kompetenzen:

Empathie für andere zeigen können

- Hier: SuS beurteilen Formen der sozialen und politischen Verantwortungsübernahme für Benachteiligte des Klimawandels.

Vorbereitung:

- Der Raum muss ausreichend groß sein und Freiflächen auf dem Boden bieten. Pro Teilnehmer werden je ein Ballon, ein Schokoladenstückchen und ein ausgeschnittenes Eichenblatt benötigt.
- Schreiben Sie die im Spiel vorkommenden Kontinente mit großen Buchstaben jeweils auf ein Blatt Papier: Nordamerika, Lateinamerika, Europa (inkl. Russland), Afrika, Asien, Australien. Legen sie die Zettel in weitem Abstand und in richtiger Anordnung auf den Fußboden.
- Schneiden Sie die Informationen, die die Folgen des Klimawandels beschreiben, nach Kontinenten geordnet aus und platzieren sie auf dem jeweiligen Kontinent. Sie können auch weitere Zeitungsartikel und Fotos verwenden, die das Thema Klimawandel veranschaulichen.

Zeitbedarf: 30 – 40 Minuten

Ablauf:

Erklären Sie: Wir wollen heute mal einen Blick auf die gesamte Erde werfen.

Vorstellungen von Gerechtigkeit als Entscheidungs- und Handlungsgrundlage nutzen können

- Hier: SuS machen Vorschläge, wie eine weltweite Gerechtigkeit im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels hergestellt werden könnte.

Vorbereitung:

siehe Spielanleitung; zusätzlich benötigtes Material: Info: „Ergänzung Waldfläche“

Nützliches Hintergrundwissen:

Klimafunktion des Waldes

Nun sollen sich alle Anwesenden in einer Ecke des Raumes versammeln.

Weltbevölkerung:

Erklären Sie: Auf der Erde leben über 7 Milliarden Menschen. Stellen wir uns einmal vor, dass wir hier im Raum diese 7 Milliarden Menschen repräsentieren.

Fordern Sie die Teilnehmenden auf, sich auf die Kontinente zu verteilen – und zwar so, wie sich nach ihrer Vermutung die Weltbevölkerung tatsächlich verteilt. Als Hilfestellung kann die dynamische Weltkarte „total population“ von www.worldmapper.org an die Wand geworfen werden.

Anschließend korrigieren Sie mit Hilfe der Tabelle (siehe Zahlen für das Spiel).

Welteinkommen (Schokolade):

Im zweiten Schritt soll der Blick auf das Welteinkommen, also die Verteilung von Armut und Reichtum gerichtet werden. Das jeweilige Bruttoinlandsprodukt eines Kontinents wird durch Schokoladenstücke repräsentiert.

Bitten Sie nun die BewohnerInnen der Kontinente die Schokoladenstücke entsprechend

ihrer Einschätzung zu verteilen. Korrigieren Sie mit Hilfe der Tabelle. Erlauben Sie dann den BewohnerInnen jedes Kontinents ihre zugeeilte Schokolade zu essen. Lassen Sie es an dieser Stelle unkommentiert gewähren, wenn die Schokolade getauscht und verteilt wird, aber auch wenn eine Person besonders viele Stücke alleine isst. Am Ende fließt dies in die Auswertung mit ein.

Weltenergieverbrauch (Luftballons, wenn möglich schwarze):

Im dritten und letzten Schritt geht es darum zu verdeutlichen, auf welchem Kontinent wie viele klimaschädliche Gase in die Atmosphäre geblasen werden. Dabei repräsentieren die Luftballons den Weltenergieverbrauch.

Bitten Sie nun die BewohnerInnen jedes Kontinents zu beraten, welchen Anteil an der Belastung des Weltklimas sie wohl tragen – und entsprechend viele Luftballons zu nehmen. Auch hier gibt es Hilfestellung unter www.worldmapper.org, Karte „Carbonemissions 2000“. Anschließend korrigieren Sie erneut mit Hilfe der Tabelle. Die Luftballons sollen danach von den BewohnerInnen jedes Kontinents aufgeblasen werden.

Beispiel: Bei einer Gruppengröße von 30 Personen gehören zu Europa (inkl. Russland) 4 Menschen und 7 Luftballons. Nachdem Sie erste Reaktionen auf die Ungleichverteilung zugelassen haben, bitten Sie die BewohnerInnen jedes Kontinents, die Ausschnitte auf den Kontinenten zur Kenntnis zu nehmen (siehe Indizien des Klimawandels zum Ausschneiden).

Die Beispiele werden laut vorgelesen, damit die anderen ebenfalls informiert sind.

Für die anschließende Diskussion und Auswertung können folgende Impulsfragen unterstützend wirken.

- ▶ Wer sind die Verursacher, wer sind die Hauptbetroffenen – und was folgt daraus?
- ▶ Ist die gegenwärtige Verteilung von Energieverbrauch und damit CO₂-Ausstoß gerecht?
- ▶ Wie könnte weltweite Gerechtigkeit in diesem Bereich hergestellt werden?

Indizien des Klimawandels

Kopieren und ausschneiden: Die Indizien werden ausgeschnitten und verdeckt auf die Kontinente gelegt. Mit Blick auf die Zeit kann jeweils nur ein Indiz ausgesucht und vorgelesen werden.

Nordamerika:

In den USA folgt ein starker Hurrikan dem nächsten. Mittlerweile sind es bereits 18 Hurrikans pro Jahr. Dabei nimmt ihre Dauer und Windstärke, also ihre Zerstörungskraft von Jahr zu Jahr zu.

Historisch sind die Industrieländer die Länder, in denen am meisten Energie verbraucht wird. Zum Beispiel verursacht jede/r AmerikanerIn pro Jahr durch seinen Lebensstil 16 Tonnen des Treibhausgases CO₂.

Lateinamerika:

Durch den Klimawandel droht das Amazonasgebiet auszutrocknen. Das Abholzen tropischer Wälder für Viehweiden oder für große Sojaplantagen beschleunigt den Prozess. Viehweiden und Sojaschrot werden jedoch benötigt, um den enormen Fleischkonsum in den Industrieländern zu sättigen. Die Erwärmung der Erde führt zu einem Anstieg von Malaria- und Durchfallerkrankungen in den Tropen, da sich die Erreger in immer mehr Regionen ausbreiten können.

Vor allem die Kindersterblichkeit wird sich stark erhöhen.

Europa/Russland:

Viele deutsche Bauern müssen sich umstellen. Die Niederschläge gehen in manchen Regionen seit Jahren zurück. Zudem wird die Anzahl der Schädlinge durch höhere Temperaturen stark ansteigen. In Norddeutschland dürfte die Landwirtschaft zunehmend unter Unwettern wie Hagel und Starkregen im Sommer leiden. Die BewohnerInnen der westeuropäischen Industriestaaten vergeuden enorme Mengen an Strom, Benzin, Heizöl und Gas. Der Verbrauch könnte um ein Fünftel verringert werden, ohne dass der Lebensstandard beeinträchtigt würde.



Asien:

Der Monsun ist die Lebensader der Menschen in Indien. Er bringt den jährlichen Regen. Mit dem Klimawandel wird der Monsun aber seine Stärke verändern und unzuverlässiger werden. Überflutungen aber auch Dürren sind bereits heute als Folgen erkennbar. In Ländern wie Bangladesch schiebt sich die Versalzung durch das Meerwasser immer mehr nach Norden. Die Menschen suchen nach salzresistenten Reissorten, da normale Reissorten bald nicht mehr angebaut werden können.

ForscherInnen haben festgestellt, dass der sibirische Permafrostboden auf einer Fläche von der Größe Deutschlands zu tauen beginnt – zum ersten Mal seit dem Ende der Eiszeit vor etwa 11 000 Jahren. Häuser und Straßen versinken im Morast, wenn der sibirische Permafrostboden taut. Das Treibhausgas Methan wird freigesetzt und verstärkt den Klimawandel.



Afrika:

Afrika leidet am stärksten unter dem Klimawandel. Von den KlimaforscherInnen werden für dieses Jahrhundert noch schlimmere Dürreperioden, unregelmäßige Regenzeiten und dadurch ein weiterer Ertragsrückgang in der Landwirtschaft vorhergesagt. Bereits heute leiden viele Millionen Menschen an Unterernährung und Hunger. Die Wüsten dehnen sich aus – schon heute wächst die ausgetrocknete Sahelzone allein in Nordnigeria jährlich um 2.000 Quadratkilometer. Die Fläche der Dürreregionen Afrikas soll sich bis 2050 verfünffachen. KlimaforscherInnen rechnen aufgrund der Folgen des Klimawandels mit vielen Millionen Klimaflüchtlingen.



Australien:

Im Südosten Australiens hat es in den vergangenen Jahren so wenig geregnet wie noch nie seit Beginn der Wetteraufzeichnung. Die Hälfte der Agrarfläche ist von Versteppung bedroht. Steigt die globale Temperatur um 4°C, wird Landwirtschaft in den meisten Teilen Australiens unmöglich sein.



Pazifik: (wird neben Australien gelegt)

Der Anstieg des Meeresspiegels bedroht die BewohnerInnen kleiner Inseln z.B. der Pazifischen Inseln. Sie erheben sich nur ein bis vier Meter über dem Meeresspiegel. Bei gleichbleibender globaler Erwärmung werden die ersten Inseln in den nächsten Jahren unbewohnbar sein.



Zahlen für das Spiel

Verteilung der Personen auf die einzelnen Länder

Bevölkerung/Personen*	10	11	12	13	14	15	16	17
Europa (inkl. Russland)	1	1	1	1	2	2	2	2
Nordamerika	1	1	1	1	1	1	1	1
Lateinamerika	1	1	1	1	1	1	1	1
Afrika	1	2	2	2	2	2	2	3
Asien	6	6	7	8	8	9	10	10
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

Welteinkommen/Schokoladenstücke*

Europa (inkl. Russland)	4	4	4	4	5	5	6	6
Nordamerika	3	4	4	4	4	5	5	6
Lateinamerika	--	--	1	2	1	1	1	1
Afrika	--	--	--	--	--	--	--	--
Asien	3	3	3	3	4	4	4	4
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

 CO₂-Emission/Luftballons*

Europa (inkl. Russland)	3	3	3	3	3	3	4	4
Nordamerika	3	3	4	4	4	4	4	4
Lateinamerika	--	--	--	--	1	1	1	1
Afrika	--	--	--	1	1	1	1	1
Asien	4	5	5	5	5	6	6	7
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

Bevölkerung/Personen*	18	19	20	21	22	23	24	25
Europa (inkl. Russland)	2	2	2	3	3	3	3	3
Nordamerika	1	1	1	1	1	1	2	2
Lateinamerika	1	1	1	1	2	2	2	2
Afrika	3	3	3	3	3	3	3	4
Asien	11	12	13	13	13	14	14	14
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

Welteinkommen/Schokoladenstücke*

Europa (inkl. Russland)	6	7	7	7	8	8	8	9
Nordamerika	6	6	7	7	7	8	8	8
Lateinamerika	1	1	1	1	1	1	1	1
Afrika	--	--	--	--	--	--	1	1
Asien	5	5	5	6	6	6	6	6
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

 CO₂-Emission/Luftballons*

Europa (inkl. Russland)	4	5	5	5	5	6	6	6
Nordamerika	5	5	5	6	6	6	6	7
Lateinamerika	1	1	1	1	1	1	1	1
Afrika	1	1	1	1	1	1	1	1
Asien	7	7	8	8	9	9	10	10
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--	--	--	--

Bevölkerung/Personen*	26	27	28	29	30
Europa (inkl. Russland)	3	3	3	4	4
Nordamerika	2	2	2	2	2
Lateinamerika	2	2	2	2	2
Afrika	4	4	4	4	4
Asien	15	16	17	17	18
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--

Welteinkommen/Schokoladenstücke*

Europa (inkl. Russland)	9	9	10	10	10
Nordamerika	8	9	9	10	10
Lateinamerika	1	1	1	1	1
Afrika	1	1	1	1	1
Asien	7	7	7	7	8
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	--

CO₂-Emission/Luftballons*

Europa (inkl. Russland)	6	7	7	7	7
Nordamerika	7	7	8	8	8
Lateinamerika	1	1	1	1	1
Afrika	1	1	1	1	1
Asien	11	11	11	12	12
Australien und Ozeanien	--	--	--	--	1

*6,8 Milliarden Menschen – 43,4 Bio. US \$ – 27,1 Bio. t CO₂

Bevölkerung/Personen*	Mio	Prozent
Europa (inkl. Russland)	805,2	12,44
Nordamerika	436,4	6,74
Lateinamerika	452,3	6,99
Afrika	911,8	14,08
Asien	3844,1	59,38
Australien und Ozeanien	24,4	0,38

Einkommen	Mrd US \$	Prozent
Europa (inkl. Russland)	14599,2	33,64
Nordamerika	14298,7	32,95
Lateinamerika	1701,1	3,92
Afrika	928,2	2,14
Asien	11029,2	25,41
Australien und Ozeanien	841,8	1,94

CO ₂ -Emission	Mrd. t	Prozent
Europa (inkl. Russland)	6546,6	24,18
Nordamerika	7122,6	26,31
Lateinamerika	984,8	3,64
Afrika	1108,5	4,09
Asien	10954,7	40,46
Australien und Ozeanien	358,2	1,32

Quelle: UNDP Bericht über die menschliche Entwicklung 2007/2008

Info: Ergänzung Waldfläche

Nach Aufstellung der SuS anhand der Weltbevölkerung, dem Welteinkommen und dem Weltenergieverbrauch können Sie noch die Verteilung der Waldfläche schätzen lassen. So kann verglichen werden in welchen Kontinenten besonders viele klimaschädliche Treibhausgase in die Atmosphäre geblasen werden (Weltenergieverbrauch) und in welchen Konti-

nenten besonders viel Waldfläche vorhanden ist, um wiederum CO₂ aus der Atmosphäre zu binden.

Verwenden Sie als Symbol ein Eichenblatt (siehe nächste Seite)

Waldfläche Kontinente		Personenzahl															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26 %	Europa	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7
15 %	Nordamerika	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
23 %	Lateinamerika	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
16 %	Afrika	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
14 %	Asien	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
5 %	Ozeanien	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Für die Anzahl an SuS kopieren und ausschneiden!



Hintergrundwissen

Wälder in Deutschland	63
Waldfunktionen	65
Klimawirkung des Waldes	67
Treibhauseffekt	69
Globale Folgen des Klimawandels.....	72
Folgen des Klimawandels für Wälder	73
Anpassung von Wäldern an den Klimawandel	75
CO ₂ -Fußabdruck und -Minderung.....	77
Baumarten-Steckbriefe	80

Wälder in Deutschland

Etwa ein Drittel der Fläche Deutschlands ist mit Wald bedeckt. Die häufigsten Baumarten sind Fichte (25 %), Kiefer (23 %), Buche (16 %) und Eiche (11 %). Der Anteil der Laubbäume in den deutschen Wäldern ist gegenüber 2002 um etwa 7 % gestiegen und der Anteil der Nadelbäume um rund 4 % gesunken (Stand 2016).

Auf rund 98 % der Waldfläche dürfen Bäume gefällt werden. Daher ist es wichtig, dass sich die forstwirtschaftliche Nutzung unserer Wälder an Kriterien orientiert, die gleichzeitig die weiteren Funktionen des Waldes gewährleisten. Der § 11 des Bundeswaldgesetzes sieht demnach eine **nachhaltige und ordnungsgemäße Waldbewirtschaftung** vor. Nachhaltig bedeutet, dass die biologische Vielfalt, die Produktivität, die Verjüngungsfähigkeit, die Vitalität und weitere wichtige Funktionen des Waldes erhalten bleiben. Im Sinne einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft soll dies umgesetzt werden, beispielsweise durch die Vermeidung großflächiger Kahlschläge, die Anwendung bodenschonender Techniken und eine standortgerechte Baumartenwahl.

Dass die Wälder in vielen Teilen Deutschlands heute anders aussehen und von **Nadelholzmonokulturen** dominiert werden, liegt u.a. an den Aufforstungen, die nach dem Zweiten Weltkrieg durchgeführt wurden. Damals stand die schnelle Produktion von Bauholz im Mittelpunkt des Interesses. Diese naturfernen Wälder haben sich jedoch zunehmend als anfällig für Stürme und Insektenkalamitäten gezeigt und werden heutzutage von der modernen Forstwissenschaft abgelehnt. Die **hohe Nutzungsintensität** und die dadurch verursachten Veränderungen prägen die Artenzusammensetzung und Altersstruktur unserer Wälder. Forstwirtschaftlich nicht intensiv nutzbare Waldtypen wie Au- und Bruchwälder, aber auch natürliche Fichtenwälder verschwinden und werden nur selten erfolgreich erhalten. Besonders artenreiche, durch historische Nutzungsformen entstandene Wälder

und Waldsäume gehen mehr und mehr verloren. Ziel der Bundesregierung ist es, den Anteil **unbewirtschafteter Wälder** bis zum Jahr 2020 auf 5 % der Waldfläche zu erhöhen. Zu den derzeit ungenutzten Waldflächen gehören vor allem die Kernzonen der Waldnationalparke (z.B. Eifel, Hainich, Bayerischer Wald). Ohne Einfluss des Menschen würden in weiten Teilen Deutschlands Laubwälder, insbesondere Buchen- und Buchenmischwälder dominieren (potentielle natürliche Vegetation).

Die beste Vorbereitung auf die langfristig nur schwer zu prognostizierenden Veränderungen durch den Klimawandel bilden naturnahe, struktur- und artenreiche Wälder. Diese Wälder sind weniger anfällig für Umweltveränderungen und zeichnen sich durch eine besonders hohe Biodiversität und auch Produktivität aus.

Um das Ökosystem Wald mit seinen Arten und Lebensgemeinschaften dauerhaft zu erhalten sollten folgende Prinzipien einer **naturorientierten Waldwirtschaft** berücksichtigt werden:

Dauerwaldprinzip

Die Wälder werden kahlschlagsfrei bewirtschaftet und zu ungleichaltrigen, strukturreichen Dauerbestockungen entwickelt.

Mischwaldprinzip

Die Waldbewirtschaftung strebt Mischungen mit standortheimischen Baumarten und hoher Vielfalt an.

Vorrang der Naturverjüngung

Die Naturverjüngung hat zur Bewahrung des standörtlich angepassten Erbguts heimischer Baumpopulationen Vorrang vor Saat und Pflanzung. Gleichzeitig wird die genetische Vielfalt gesichert.

Prinzip der Chemiefreiheit

Grundsätzlich wird auf den Einsatz von Pestiziden und Düngern verzichtet.

Anwendung sanfter Betriebstechniken

Arbeitsabläufe und Techniken werden an den Bedürfnissen einer bodenschonenden, wald- und menschenfreundlichen sowie energie-sparenden Technik ausgerichtet.

Prinzip der GVO-Freiheit

Es gibt keinen Einsatz gentechnisch veränderter Organismen.

Zertifizierung von Holzprodukten

Es ist davon auszugehen, dass die Nachfrage nach Holz dauerhaft auf einem hohen Niveau bleibt bzw. noch steigen wird. Der Holzproduktion in Deutschland kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da bei importiertem Holz zum Teil erhebliche Zweifel an den nachhaltigen Produktionsbedingungen der Erzeuger in anderen Ländern bestehen.

Zertifizierungssysteme fordern die **Einhaltung von Standards**, die über die herkömmlichen Anforderungen des Waldbaus hinausgehen. Forst- und weiterverarbeitende Betriebe können sich dabei auf freiwilliger Basis verpflichten, die Anforderungen der Zertifizierungssysteme einzuhalten. Der Verbraucher kann beim Kauf von Holzprodukten anhand der Siegel erkennen, ob diese umwelt- und sozialverträglich hergestellt wurden.

In Deutschland existieren mehrere Zertifizierungssysteme für Produkte aus Holz. Für die Zertifizierung durch das national und international agierende **Forest Stewardship Council (FSC)** muss eine umwelt- und sozialverträgliche Waldwirtschaft sichergestellt sein. Die Einhaltung der dafür notwendigen Prinzipien und Kriterien (z.B. Gewährleistung der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Funktionen des Waldes; Respekt vor den Rechten indigener Völker) wird von unabhängigen Zertifizierern geprüft und Zertifizierungsberichte können öffentlich eingesehen werden. Derzeit ist in Deutschland etwa 10 % der Waldfläche FSC-zertifiziert – weltweit sind es rund 5 %. Das **PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes)** ist als Reaktion europäischer Waldbesitzer auf das FSC-System entstanden. Die naturschutzfachlichen Ansprüche an die Waldbewirtschaftung sind geringer. Das Zertifikat kann ohne vorige Prüfung des Betriebs erworben werden. Mehr als 60 % der deutschen Waldfläche ist PEFC-zertifiziert. Der Ökolandbauverband **Naturland** stellt das dritte in Deutschland tätige Zertifizierungssystem. Das Zertifikat wird mit einer deutlichen Ausrichtung auf einen ökologischen Waldbau vergeben. Das System verlangt die Einhaltung hoher naturschutzfachlicher Standards und wird vom FSC-System anerkannt.

Quellen und weitere Informationen:

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/4.pdf>

<http://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/forstwirtschaft/forstwirtschaft-in-deutschland/>

Bundeswaldgesetz, <http://www.gesetze-im-internet.de/bwaldg/>

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/4.pdf>

Waldfunktionen

Der Wald erbringt zahlreiche ökonomische, ökologische und soziale Leistungen. Bei der Bewirtschaftung der Wälder sollten deshalb die Nutz-, Schutz-, Lebensraum-, Erholungs- und Bildungsfunktion gleichermaßen Beachtung finden.

Unter der **Nutzfunktion** versteht man die ökonomische Bedeutung des Waldes. Sie umfasst in erster Linie die Produktion des nachwachsenden Rohstoffes Holz. In Deutschland wurden im Jahr 2015 etwa 56 Mio. Kubikmeter Holz eingeschlagen, wovon ein Großteil in die Sägeindustrie fließt, also als Bauholz oder zur Herstellung von Möbeln genutzt wird. Des Weiteren wird Holz zur Herstellung von Holzwerkstoffen (z.B. Spanplatten), Papier und Brennholz und zur Erzeugung von Bioenergie genutzt. Zusätzlich zu dem in Deutschland produzierten Holz wird in etwa die doppelte Menge an Holz aus dem Ausland importiert. Der Großteil dieses importierten Rohholzes wird in Deutschland verarbeitet

und die Produkte wiederum exportiert. Außer dem Holz bietet der Wald weitere Erträge wie zum Beispiel Beeren, Pilze und Kräuter. Auch die Jagd auf Wildtiere, wie Rehe, Damwild und Wildschweine wird in den meisten Wäldern ausgeübt.

Neben der Funktion als Holzlieferant erfüllt der Wald eine Vielzahl an Funktionen zum Schutz von Mensch und Umwelt, er hat also eine **Schutzfunktion**. Zum Beispiel verhindert die Durchwurzelung des Waldbodens Erosion durch Wasser und Wind und kann somit der Entstehung von Erdbeben und Lawinen vorbeugen oder diese abmildern. Da der Waldboden ein sehr hohes Wasserspeichervermögen aufweist, wird zudem der Oberflächenabfluss von Regenwasser reduziert. Auf diese Weise kann sogar die Entstehung von Hochwassern verhindert bzw. vermindert werden. Zudem filtert der Waldboden verunreinigtes Wasser (z.B. Regenwasser), welches schließlich gesäubert in das Grundwasser fließt und somit Bedeutung für die Trinkwassergewinnung hat.

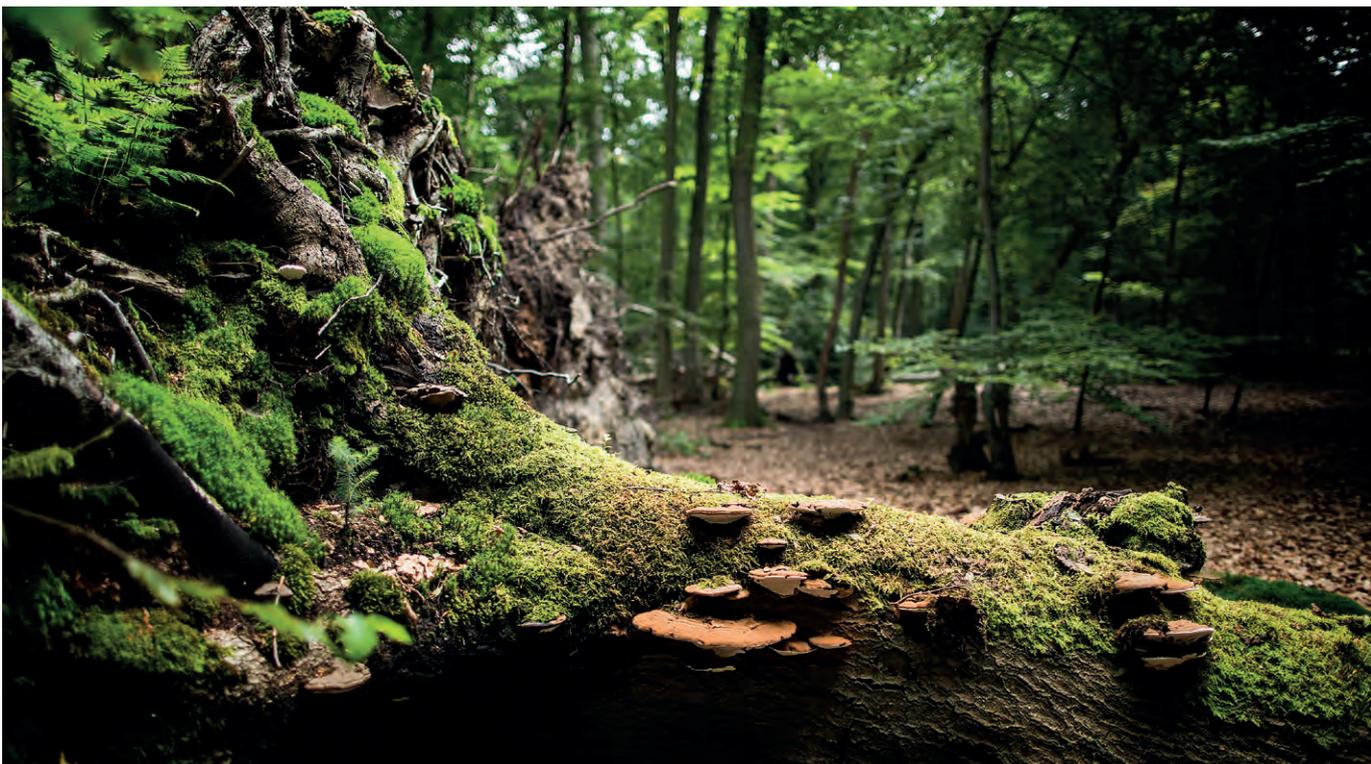


Abb. 3.1: Totholz – ein wichtiger Lebensraum für Tiere, Pflanzen und Pilze (Foto: Wilfried Gerharz)

Der Wald dient jedoch nicht allein dem Boden- und Wasserschutz, sondern findet auch Bedeutung im Klima- und Lärmschutz. Inwiefern der Wald zum Klimaschutz beiträgt, wird im nächsten Kapitel erläutert. Des Weiteren hat das Ökosystem Wald eine entscheidende Naturschutz- und Lebensraumfunktion. Er beherbergt zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, die zum Teil ausschließlich im Wald vorkommen und an die Gegebenheiten im Wald angepasst sind. Hierzu gehört z.B. der Mittelspecht, der besonders in älteren Auen- und Laubwäldern mit einem hohen Anteil an alten Eichen und Totholz vorkommt. Solche Waldbestände sind häufig als Naturschutzgebiet ausgewiesen und stehen teilweise sogar unter europaweitem Schutz (FFH-Gebiet). Auch andere Arten, wie z.B. totholzbewohnende Insekten und Höhlenbewohner profitieren von solchen alten Wäldern, die somit eine wichtige Rolle im Artenschutz spielen. Je vielfältiger, struktur- und artenreicher ein Wald ist, umso ausgeglichener das ökologische Gleichgewicht. Die Bedeutung der **Erholungsfunktion** des Waldes hat in den letzten 30 Jahren stetig zugenommen. Wald bietet Ruhe, Frischluft und häufig ein Gefühl von ursprünglicher Natur. Das Spektrum der Aktivitäten im Wald ist breit gefächert und reicht vom Wandern über Reiten und Mountainbiking bis hin zum Geocaching. Besonders in Ballungsräumen wird die Erholungsfunktion häufig sogar als wichtigste Leistung des Waldes angesehen. Zudem kann der Wald als Bildungsstätte dienen, indem vor Ort Wald erlebt wird. Waldpädagogik als waldbezogene Umweltbildung kann einen wesentlichen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) liefern. Sie zeigt am Beispiel des Wald-Managements anschaulich die Vernetzung von Ökonomie und Sozialem auf Grundlage der Ökologie und fördert damit die Fähigkeit zu vorausschauendem, vernetztem sowie gemeinwohlorientiertem Denken. Unsere Wälder sind also der lebende Beweis dafür, dass sich langfristiges Denken lohnt.

Im Hinblick auf die Multifunktionalität eines Waldes, also der Erfüllung verschiedener Funktionen auf der gleichen Fläche, kommt es jedoch häufig zu **Konflikten**. In Ballungsräumen und stadtnahen Wäldern kommt es vor allem zu Konflikten zwischen Nutz- und Erholungsfunktion. Erholungssuchende fühlen sich z.B. durch Maschinen im Wald oder Beeinträchtigungen der Wege gestört. Aus der Sicht des Waldeigentümers wiederum können sich Einschränkungen in der Bewirtschaftung durch Erholungsnutzung ergeben. Aber auch bezüglich der Schutzfunktion können Konflikte auftreten. Der Schutz seltener Tier- und Pflanzenarten oder auch der Lebensräume kann ebenfalls zu einer Einschränkung der Bewirtschaftung oder der Wegeführung für Erholungssuchende führen.

Lange Zeit galt die „Kielwassertheorie“ in der Forstwirtschaft als scheinbar sinnvolle Lösung. Diese besagt, dass Bewirtschaftung gleichzeitig einen Schutz des Waldes an sich und seiner Funktion für die Öffentlichkeit bewirkt. In den 1980er und 90er Jahren setzte sich jedoch die Erkenntnis durch, dass ein derartiger Vorrang der Nutzfunktion nicht tragbar ist. Nach wie vor wird diskutiert, ob eine Segregation, also die Umsetzung der Waldfunktionen auf unterschiedlichen Flächen, der Integration auf einer Fläche vorzuziehen ist.

Quellen und weitere Informationen:

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/4.pdf>

<http://www.wald-und-schule.de/waldpaedagogik/>

[die-bedeutung-des-waldes/](#)

<https://www.wald.de/der-wald/>

<http://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/>

[waelder-entdecken/waldfunktionen/](#)

WEIMAR, H. (2016): *Holzbilanzen 2013 bis 2015 für die*

Bundesrepublik Deutschland. – Thünen Working Paper 57

Klimawirkung des Waldes

Wälder spielen eine bedeutende Rolle im Klimaschutz. Sie haben positive Auswirkungen auf das globale, regionale und lokale Klima. So nehmen sie große Mengen an Kohlendioxid (CO_2) auf und binden den enthaltenen Kohlenstoff. Im Wald gibt es drei bedeutsame **Kohlenstoffspeicher**: Die lebende Biomasse in Form von Bäumen und Wurzeln, tote Biomasse in Form von Totholz und Streu sowie den Boden. Während der Fotosynthese wird atmosphärisches CO_2 als Kohlenstoff in Bäumen gebunden. Gleichzeitig wird im Zuge der Zellatmung wieder CO_2 freigesetzt. Solange ein Baum lebt und wächst, nimmt er jedoch mehr Kohlenstoff auf als er abgibt. In Totholz und Streu wird der Kohlenstoff durch Zerfallsprozesse wieder abgebaut und entweder als CO_2 in die Atmosphäre freigesetzt oder in den Bodenspeicher aufgenommen. Mit einer jährlichen Senkenleistung von rund 52 Mio. Tonnen CO_2 leisten deutsche Wälder einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz. Weltweit gesehen speichern Wälder in etwa die Hälfte des auf der Erde gebundenen Kohlenstoffs. Weitere wichtige Kohlenstoffspeicher sind Ozeane und Moore. Auch wachsende („intakte“) Moore zählen zu den sogenannten Kohlenstoffsinken, da

sie stetig Kohlenstoff aufnehmen. Tropische Regenwälder sind aufgrund des enorm hohen Biomassevorrats von besonderer Bedeutung. Dementsprechend stellt die Entwaldung, nach dem Verbrauch fossiler Brennstoffe, die zweitwichtigste Quelle anthropogener Treibhausgasemissionen dar (siehe Kapitel „Treibhauseffekt“). Die Freisetzung von Kohlendioxid ist auch aktuell mit einem Anteil von etwa 75 % Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen und somit relevanter Faktor des Klimawandels. Um die CO_2 -Problematik zu mindern gilt es einerseits, Kohlenstoffquellen zu verringern (siehe Kapitel „ CO_2 -Fußabdruck und -Minderung“), andererseits müssen Kohlenstoffsinken gefördert werden.

Des Weiteren wirken besonders geschlossene Waldflächen als natürliche **Klimaanlagen**. Das Kronendach der Bäume bewirkt sowohl eine geringere Sonneneinstrahlung als auch einen Schutz vor Austrocknung und somit eine höhere Luftfeuchte im Inneren des Waldes. Im Sommer können Temperaturunterschiede zum Freiland von bis zu 6°C , gegenüber von Stadtgebieten sogar bis zu 8°C auftreten. Durch die Temperaturunterschiede zwischen

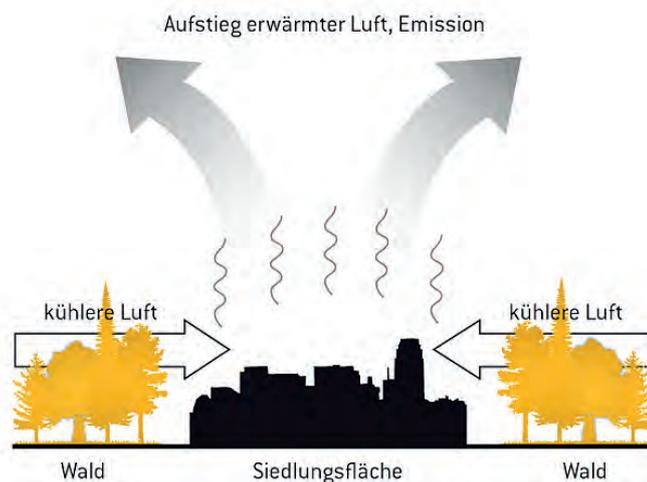


Abb. 3.2: Luftaustausch zwischen Wald- und Siedlungsflächen

Wald und Stadt kommt es zu einem ständigen Luftaustausch (siehe Abb. 3.2). Die wärmere Luft aus Siedlungsbereichen steigt auf und gelangt über das Kronendach des Waldes. Abends kühlt die Luft ab und sackt in den Wald hinab. Durch die aufsteigende Luft aus den Siedlungen wird wieder kühle Luft aus dem Wald in die Siedlung gezogen. Emissionen aus der Luft, wie z.B. Staub und Ruß, bleiben an Blättern und Ästen der Bäume haften. Dadurch hat der Wald auch als Luftfilter eine große Bedeutung. Wälder können Siedlungen also mit frischer, kühler, sauberer und sauerstoffreicher Luft versorgen.

Inwiefern hat die Nutzung eines Waldes Einfluss auf dessen Kohlenstoffbilanz?

Etwa 2 % des deutschen Waldes sind dauerhaft von der Bewirtschaftung ausgeschlossen, dürfen sich also ohne Einfluss des Menschen natürlich entwickeln. Ob die Bewirtschaftung oder der Nutzungsverzicht eines Waldes im Hinblick auf CO₂-Bilanzen sinnvoller ist, lässt sich pauschal nicht sagen und hängt im Einzelfall von sehr vielen Faktoren ab. Es gibt zahlreiche Argumente, die für ungenutzte Wälder als CO₂-Senken sprechen. Je älter ein Baum wird, umso mehr **CO₂ wird durch Zuwachs im Holz fixiert**. Bleiben Bäume stehen, wird organische Substanz kontinuierlich akkumuliert. Mit Beginn des Laubaustriebs im Frühling kann durch die Fotosyntheseleistung der Blätter Kohlenstoffdioxid aufgenommen werden. Das anfallende Streumaterial wird durch die bodenlebenden Mikroorganismen zersetzt. Dabei wird ein Teil des enthaltenen Kohlenstoffs als CO₂ an die Luft abgegeben, der andere Teil wird in den Boden eingearbeitet. Ausschlaggebend ist, dass der Kohlenstoff im Bodenhumus der dauerhafteste ist. Wird ein Baum entnommen, werden diese Speichervorgänge angehalten. Auch Teile des im Totholz gespeicherten CO₂ gelangen in den Boden und werden dort gespeichert.

Auch bewirtschaftete Wälder und die daraus generierten **Holzprodukte** tragen in dreifacher Weise zum Klimaschutz bei:

1. Nach der Holzernte ist der Kohlenstoff weiterhin im Holzprodukt gespeichert.
2. Bei der Verwendung von Holz wird in der Regel weniger Energie benötigt als bei Produkten aus anderen Materialien. Bedeutend dabei sind Faktoren wie Lebensdauer und Entsorgung der Holzprodukte. Wird das Holz direkt nach der Ernte verbrannt, wird CO₂ wieder freigesetzt und gelangt in die Atmosphäre. Insgesamt ist die Bindung von CO₂ in Holzprodukten zeitlich überwiegend deutlich kürzer als in nicht genutzten Bäumen. Die Grundvoraussetzung für die positive Wirkung der Holznutzung weltweit ist eine nachhaltige Forstwirtschaft. Dies erscheint umso dringlicher, als dass ca. 20 % der globalen CO₂-Emissionen aus Landnutzungsänderungen stammen, wovon der größte Teil mit Entwaldung einhergeht.
3. Durch energetische Nutzung von Holz werden CO₂-Emissionen aus fossilen Rohstoffen vermieden.

Quellen und weitere Informationen:

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2014): *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012*
Köhl, M., Kenter, B., Hildebrandt, R., Olschowski, K., Köhler, Rötzer, T., Mette, T., Pretsch, H., Rüter, S., Köthke, M., Dieter, Abiy, M. & Makeschin, F. (2011): *Nutzungsverzicht oder Holznutzung? Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz im langfristigen Vergleich.* – In: *AFZ-Der Wald*, 15/2011, S. 25-27.
NABU (2010): *Ist ungenutzter Wald schlecht für's Klima? Die unterschätzte Senkenleistung dynamischer Naturwälder.*
<https://www.waldkulturerbe.de/den-wald-bewahren/die-bedeutung-des-waldes/klimaschuetzer-wald/#c1083>
<https://www.wald.de/der-wald/>
Abb. 3.2: <http://tde.lik-nord.de/wp-content/uploads/sites/2/2014/05/station6-luftaustausch.png>

Treibhauseffekt

Auf dem Weg zur Erde durchdringen die kurzwelligen Strahlen der Sonne die Atmosphäre. Die erwärmte Erdoberfläche wandelt die kurzwelligen Strahlen in langwellige um und reflektiert diese zurück Richtung Atmosphäre. Ein Teil der reflektierten Strahlen durchläuft die Atmosphäre und gelangt zurück ins Weltall, der andere Teil kann diese nicht durchdringen und wird wiederum zurück zur Erde reflektiert. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die langwelligen Strahlen in der Atmosphäre von Treibhausgasen gebunden, also festgehalten werden. Ohne diese atmosphärische „Schutzschicht“ läge die Temperatur global im Mittel bei -18°C , anstatt bei etwa 15°C . Dieser Prozess wird als **natürlicher Treibhauseffekt** bezeichnet, da die Vorgänge vergleichbar mit denen in einem Treibhaus mit Glasdach sind. Dieser Effekt ermöglicht das Leben auf der Erde.

Mit Beginn der Industrialisierung können jedoch deutliche Änderungen im Stoffhaushalt der Atmosphäre als Folge menschlicher Aktivitäten beobachtet werden. Man spricht auch von einem **anthropogenen Treibhauseffekt**. Die Konzentrationen von Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) stiegen gegenüber den Werten vorindustrieller Zeiten weltweit an. Kohlendioxidemissionen sind mit einem Anteil von über 75 % Hauptverursacher des anthropogenen Treibhauseffekts und somit relevanter Faktor des Klimawandels. Kohlendioxid entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle,

Erdöl und Erdgas. Zum Großteil geschieht dies im Rahmen der Energiewirtschaft und dem Verkehr. Methan und Lachgas hingegen sind hauptsächlich auf Aktivitäten in der Landwirtschaft wie Massentierhaltung und stickstoffhaltige Dünger zurückzuführen. Besonders drastisch sind die Auswirkungen, wenn Regenwald zugunsten von Land- bzw. Viehwirtschaft gerodet wird (z.B. im Amazonasgebiet). Extrem treibhauswirksam, jedoch in eher geringen Mengen vorhanden, sind die F-Gase (fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen). Diese Gase werden vorwiegend als Treibgas, Kühl- und Löschmittel produziert. Um die Wirkung der Treibhausgase vergleichbar zu machen, wurde für die verschiedenen Gase ein CO_2 -Äquivalent definiert. Es beschreibt das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential) einer chemischen Verbindung. Es gibt also an, in welchem Maß eine festgelegte Masse eines Treibhausgases zur globalen Erwärmung beiträgt im Vergleich zu Kohlendioxid. Die Verweilzeit des jeweiligen Gases in der Atmosphäre spielt hierbei ebenfalls eine Rolle. So trägt Methan beispielsweise 25-mal so stark zur Klimaerwärmung bei wie Kohlendioxid, wird jedoch in der Atmosphäre schneller abgebaut. In einem Zeitraum von 100 Jahren ergibt sich umgerechnet ein CO_2 -Äquivalent von 21. Durch die schnelle Abbaurate des Methans und seine hohe Klimawirksamkeit, könnten Verringerungen beim Methanausstoß in kurzer Zeit zu großen Verbesserungen in der Bilanz führen.

CO_2 -Äquivalent und Verweilzeit von Treibhausgasen in der Atmosphäre

Treibhausgas	CO_2 -Äquivalent	Verweilzeit
Kohlendioxid (CO_2)	1	120 Jahre
Methan (CH_4)	21	9-15 Jahre
Lachgas (N_2O)	310	114 Jahre
FCKW	Ca. 14.000	Bis 180 Jahre

Durch die erhöhten Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre werden immer mehr langwellige Wärmestrahlen zurück auf die Erde reflektiert, sodass die Temperatur

nach und nach ansteigt. Das hat erhebliche Folgen für das Klima auf der Erde (siehe Kapitel „Globale Folgen des Klimawandels“).

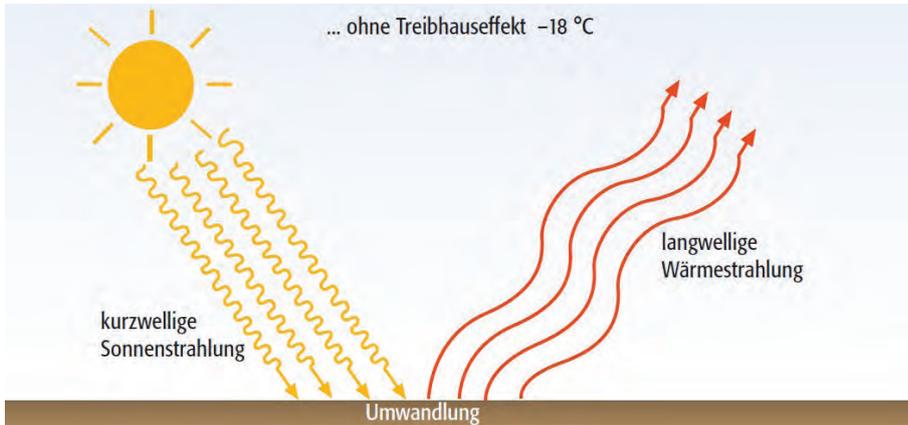


Abb. 3.3: Die Erde ohne Treibhauseffekt

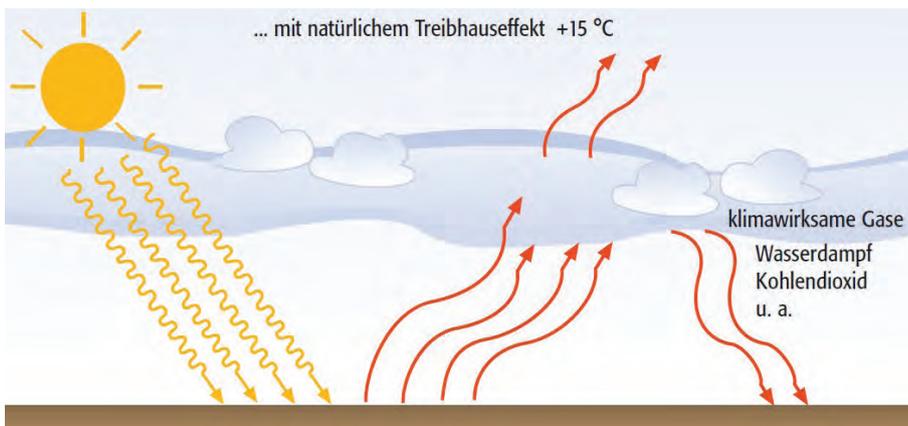


Abb. 3.4: Die Erde mit natürlichem Treibhauseffekt

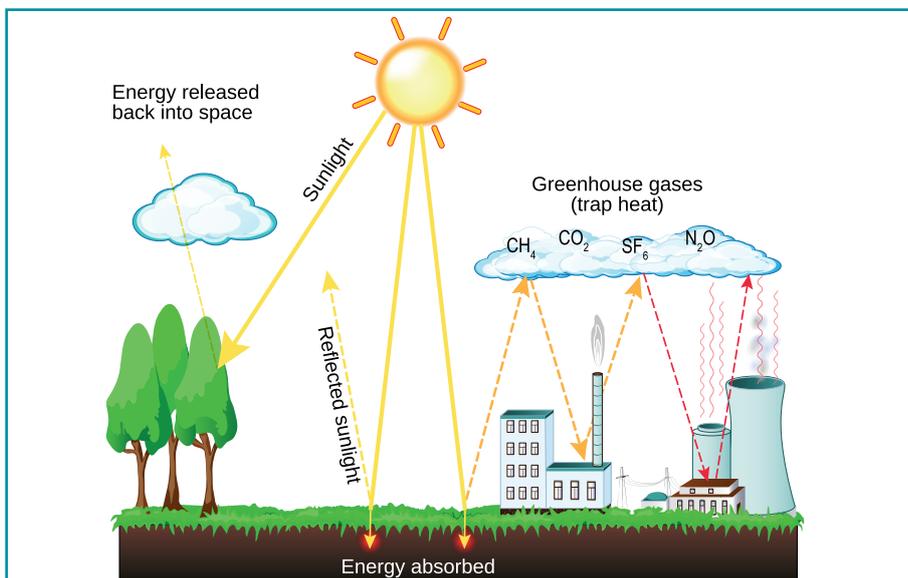


Abb. 3.5: Anthropogener Treibhauseffekt (© designua / Fotolia.com)

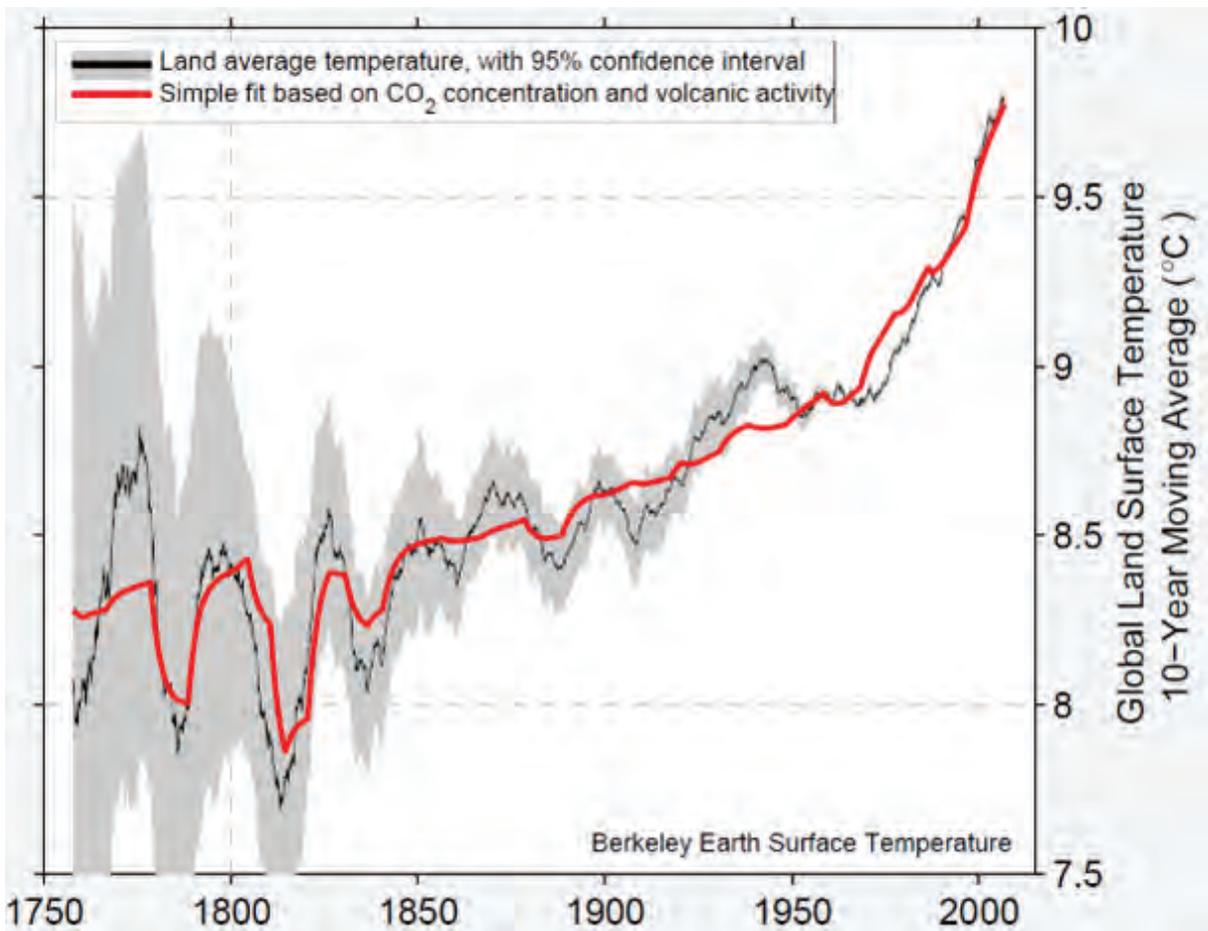


Abb. 3.6: Korrelation zwischen dem Anstieg der CO₂-Konzentration und der Oberflächentemperatur der Erde in den letzten Jahrhunderten

Quellen und weitere Informationen:

<http://www.planet-wissen.de/natur/klima/klimawandel/>

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhauseffekt>

Treibhauseffekt

UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2016): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2014

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2015): Climate Change 2014 – Synthesis Report

Abb. 3.3 und 3.4: https://umweltstiftung.allianz.de/v_1479811662000/media-data2/publikationen/wissen/download/wissen_klima_2016.pdf

Abb. 3.6: www.berkeleyearth.org

Globale Folgen des Klimawandels

Von 1880 bis heute ist die Durchschnittstemperatur der Erdoberfläche um etwa 1°C gestiegen. Der Anstieg der Jahresmitteltemperatur in NRW gegenüber dem langjährigen Mittel beträgt bereits 1,4 °C. Der steilste Anstieg wurde innerhalb der letzten 30 Jahre verzeichnet. Die Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts lassen sich nicht genau vorhersagen, da aktuell existierende Klimamodelle zu viele Unsicherheiten aufweisen. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass es zu einer weiteren Erhöhung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur kommt und diese das Klima der Erde einschneidend verändern wird.

Der Klimawandel wird weltweit sehr unterschiedliche Folgen haben. Manche Regionen werden heißer, manche trockener, andere feuchter. Insgesamt ist davon auszugehen, dass **Wetterextreme** zunehmen werden, also starke Regenfälle oder längere Trockenperioden – solche Entwicklungen sind bereits heute zu beobachten. Auf die Rekordniederschläge in den Alpen und die „Jahrhundertflut“ der Elbe 2002 folgte 2003 ein extremer Hitzesommer. Bei einzelnen Ereignissen lässt sich kaum beantworten, ob sie Folgen des Klimawandels sind – eine Häufung weist jedoch darauf hin. Trockenheiten führten in den vergangenen Jahren vermehrt zu Waldbränden (z.B. in Kanada), tropische Wirbelstürme häufen sich. Der Anstieg der Temperaturen führt zum **Schmelzen** von Eis in unterschiedlichen Erdregionen. In allen großen Gebirgen der Erde gehen die Gletscher zurück. Seit der Industrialisierung haben die Alpen bereits die Hälfte ihres Eises verloren. Auch ein enormer Rückgang des arktischen Meereises und der Eisschilde auf Grönland und in der Antarktis ist festzustellen, Permafrostböden (z.B. in Sibirien) tauen. Die geschmolzenen Wassermengen und die Ausdehnung des Wassers aufgrund der höheren Temperatur sorgen für einen Anstieg

des **Meeresspiegels**. Derzeit steigt der Meeresspiegel im Laufe von 10 Jahren um ca. 3,2 cm an. Ein fortlaufender Anstieg könnte dazu führen, dass Küstengebiete und Inseln überflutet werden.

Die Auswirkungen des Klimawandels sind regional sehr unterschiedlich. Insbesondere Afrika und Asien sind stark betroffen. In einigen Gegenden Asiens regnet es lange nicht, Flüsse versiegen und die Böden sind aufgrund der Trockenheit weniger fruchtbar. Die anschließenden Niederschläge können umso heftiger ausfallen. Beides ist schlecht für die Nahrungsmittelproduktion – wenn es gar nicht regnet, wächst nichts; wenn es zu viel regnet, zerstören die Niederschläge die Ernten. Auch in Deutschland sind Auswirkungen des Klimawandels spürbar. Zum Beispiel können sich **wärmeliebende Pflanzen- und Tierarten** ausbreiten, die zum Teil Auslöser von heftigen allergischen Reaktionen sein können. Beispiele sind die Beifuß-Ambrosie und der Eichen-Prozessionsspinner (Abb. 3.7). Wärmere Klimabedingungen in Deutschland können außerdem dazu führen, dass Arten die aus anderen Ländern eingeschleppt wurden (**Neophyten und Neozoen**) einen Konkurrenzvorteil gegenüber unseren heimischen Arten erhalten.

Quellen und weitere Informationen:

http://www.de-ipcc.de/_media/IPCC-AR5_SYR-SPM_vorlaeufige-Uebersetzung_Dez2015.pdf
<http://www.oekosystem-erde.de/html/klimawandel-02.html>
<http://www.oekosystem-erde.de/html/klimawandel-03.html>
<http://www.co2online.de/klima-schuetzen/klimawandel/>
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2015>
https://www.lanuv.nrw.de/uploads/tx_commercedownloads/fabe74_01.pdf
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/monitoringbericht_2015_zur_deutschen_anpassungsstrategie_an_den_klimawandel.pdf

Folgen des Klimawandels für Wälder

Durch die zu erwartende Änderung des Klimas und den damit einhergehenden Veränderungen von Temperatur, Niederschlagssumme und -verteilung sowie der Länge der Vegetationsperiode, ändern sich auch die **Wachstumsbedingungen** der Baumarten in Wäldern. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist davon auszugehen, dass die Temperatur der Erdoberfläche weiter ansteigen wird (siehe Kapitel „Globale Folgen des Klimawandels“). Wärmeliebende Baumarten können von einer Klimaerwärmung profitieren. Gute Voraussetzungen bringen z.B. Eichen und die Winterlinde mit sich. Baumarten, die an kühl-feuchte Standortbedingungen angepasst sind, können hingegen in ihrer Vitalität beeinträchtigt und somit anfälliger gegenüber verschiedensten Stressfaktoren werden. Hierzu gehören zum Beispiel die Fichte und die Europäische Lärche. Die Zunahme von Extremwetterereignissen kann negative Folgen für Wälder haben. Stürme beispielsweise werden für flachwurzeln Baumarten wie die Fichte zunehmend zur Gefahr werden (Abb. 3.8). Für die Entwick-

lung von resistenten und stabilen Wäldern, ist die Baumartenwahl entsprechend des jeweiligen Standortes, neben der Alters- und Strukturvielfalt der Wälder, von entscheidender Bedeutung (siehe Kapitel „Anpassung von Wäldern an den Klimawandel“).

Schädlinge und Nützlinge des Waldes (hauptsächlich Insekten und Pilze) werden durch den Klimawandel ebenfalls beeinflusst. Der Buchdrucker (Fichtenborkenkäfer) kann beispielsweise bei erhöhten Temperaturen mehrere Generationen innerhalb eines Jahres hervorbringen, die sich gleichzeitig schneller entwickeln können. Durch die milderen und feuchteren Wintermonate wird bei einigen Arten außerdem eine geringere Mortalität erwartet (z.B. Läuse), d.h. unerwünschte Schädlinge überleben den Winter besser und werden somit gefördert. Teilweise kann es zu Massenvermehrungen kommen, wie das Beispiel des Eichenprozessionsspinners zeigt (Abb. 3.7). Bis vor wenigen Jahren beschränkte sich der Raupenfraß dieser Art auf einzelne Eichen, z.B. in



Abb. 3.7: Raupen des Eichenprozessionsspinners auf Nahrungssuche (© Albrecht E. Arnold / pixelio.de)

Parkanlagen. Da die Eichen ein hohes Regenerationsvermögen besitzen, war der Schaden gering. Seit 1995 tritt bei dem Eichenprozessionsspinner jedoch immer häufiger Massenvermehrung auf und die Art ist zunehmend auch in Wäldern anzutreffen. Bei mehrjährig aufeinander folgendem starken Fraß durch die Raupen wird die Vitalität des Baumes geschwächt und die Anfälligkeit gegenüber weiteren Schädlingen wie Mehltau oder dem Eichenprachtkäfer erhöht.

Doch nicht allein der Temperaturanstieg hat Auswirkungen auf den Wald. Laut IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) wird sich die Menge und Verteilung des Niederschlags im Jahresgang ändern. Starkniederschläge werden dabei voraussichtlich zunehmen, wodurch das Wasser nicht oder nur teilweise vom Waldboden aufgenommen werden kann und dann den Bäumen nicht in vollem Umfang zur Verfügung steht. Während der Vegetationsperiode ist mit zunehmender Trockenheit zu rechnen. Laut einer Expertenbefragung stellt **Trockenstress** die bedeutendste Auswirkung des Klimawandels auf das Wald-

wachstum dar. Wassermangel tritt in Mitteleuropa regelmäßig im Frühjahr auf, wenn die Bäume austreiben. Dies gefährdet vor allem den Jungwuchs und gilt als wichtiger Faktor für das Auftreten komplexer Waldkrankheiten wie dem Eichensterben. Bei Trockenheit wird die Assimilation des Baumes eingeschränkt, woraufhin Stressreaktionen auftreten können. Diese äußern sich z.B. durch verfrühte Laubfärbung und verfrühten Laubfall, um den Wasserverlust zu begrenzen (Abb. 2.9). Durch die geringere Stoffwechselrate werden auch Zuwachs und Fruchtbildung vermindert, was letztlich zum Absterben des Baumes führen kann. Im Zuge abnehmender Vitalität unterliegen die Bäume wiederum einem erhöhten Risiko von Insekten- oder Pilzbefall.

Quellen und weitere Informationen:

http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/trockenheit/fva_trockenheit_w2_1/index_DE

https://www.arnsberg.de/forstwirtschaft/Wald_im_Klimawandel.pdf

http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/schaden/lwf_schaedlinge_klimawandel_projekt/index_DE

<http://www.lwf.bayern.de/waldschutz/monitoring/066204/index.php>



Abb. 3.8: Entwurzelte und abgeknickte Bäume nach Kyrill im Jahr 2007 (© Jürgen Heppe / pixelio.de)

Anpassung von Wäldern an den Klimawandel

Der Klimawandel wird zu einer Veränderung der Standortbedingungen in vielen Gebieten Deutschlands führen. Waldbauliche Strategien müssen sich deshalb an langfristigen Zielen orientieren. Für die ökonomische und ökologische Zukunft eines Waldbestandes ist die **Baumartenwahl** von großer Bedeutung. Mit dem Einsetzen des Klimawandels hat sich die Situation diesbezüglich noch verschärft. Baumarten, die in der Vergangenheit noch gut an die vorherrschenden Standortbedingungen angepasst waren, geraten teilweise schon jetzt an die Grenzen ihrer Möglichkeiten. Bestände aus Baumarten, die an ihren Wuchsorten bereits jetzt als „klimalabil“ eingestuft werden, sollten mittelfristig in klimastabile Bestände **umgebaut werden** (Abb. 3.10). Auf vielen Standorten gelten z.B. Reinbestände aus Fichte als klimabil, da sie in den tieferen Lagen erst durch die Forstwirtschaft eingebracht wurde und als eigentliche Mittelgebirgsart kühles und feuchtes Klima vorzieht. Als Flachwurzler ist sie gegenüber Stürmen und Trockenheit besonders anfällig. Als beispielsweise 2007 der Sturm „Kyrill“ über Deutschland fegte, wurden insbesondere strukturarme Fichten-Monokulturen großflächig umgeworfen, z.B. im Sauerland und in der Eifel (Abb. 3.8). Als klimastabil gelten standortgerechte, vielfältige Mischbestände mit heimischen Baumarten unterschiedlichen Alters wie Stiel- und Trauben-Eiche, Winterlinde, Buche und Ahorn. Dabei sollte zunehmend auf Baumarten gesetzt werden, die sich an wärmere und trockenere Bedingungen anpassen können und die tief wurzeln (Sturmresistenz Abb. 3.9).

In Teilen der Forstwirtschaft wird im Zuge der Klimawandel-Diskussionen auch der verstärkte Anbau von **standortfremden Baumarten** und Exoten bzw. Neophyten (u.a. Douglasien, Roteichen, Küstentannen) diskutiert und umgesetzt. Es gibt Vorschläge, dass die Douglasie die Fichte grundsätzlich auf klimatischen Risikostandorten ersetzen sollte. Die Potenziale

der heimischen Baumarten bleiben bei diesen Betrachtungen häufig unberücksichtigt und stehen hinter dem wirtschaftlichen Potential von schnellwachsenden fremdländischen Baumarten hinten an.

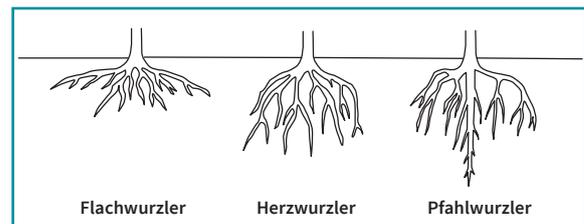


Abb. 3.9: Unterschiedliche Wurzeltypen: Flachwurzel (z.B. Fichte), Herzwurzler (z.B. Buche), Pfahlwurzel (z.B. Eiche)

Die **Erhöhung der Baumartenzahl** spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Sie zielt auf die Steigerung der Resilienz bei Störungseinflüssen ab. Der Begriff Resilienz bezeichnet die Fähigkeit eines Ökosystems, Störungen auszugleichen. Gemeint ist hier also die Fähigkeit des Waldes, trotz äußerer Einwirkungen wie dem Klimawandel weiter zu bestehen und wichtige Funktionen aufrechtzuerhalten. Selbst wenn eine Baumart in artenreichen Mischbeständen ausfällt, können die anderen Arten deren Funktion übernehmen. Eine Monokultur würde in diesem Falle zusammenbrechen. Struktureichtum, z.B. in Form von unterschiedlichen Altersklassen, steigert ebenfalls die Resilienz eines Waldes.

Um klimastabile Wälder kosteneffizient, flächendeckend und möglichst rasch aufzubauen, sollte die **Naturverjüngung** der Bäume auch ohne Schutzmaßnahmen wie Zäune oder Chemikalien gewährleistet werden. Sie sollte nach Möglichkeit Vorrang vor Pflanzungen und Saat haben. Hohe Wilddichten, z.B. von Rehen, Dam- und Rothirschen, machen eine natürliche Verjüngung durch den Verbiss junger Bäume fast unmöglich. Aus diesem Grund kommt der Anpassung der Schalenwildbestände durch Jagd eine besondere Bedeutung im naturnahen Waldbau zu.

Um Waldbestände zu stabilisieren und gegenüber den Folgen des Klimawandels zu

stärken, kann zudem eine **Optimierung der Standortverhältnisse** sinnvoll sein, z.B. in Form einer Verbesserung der Wasserrückhaltefunktion der Waldböden und einer Grund- und Stauwasserregulierung. Konkret können beispielsweise der Oberflächenabfluss vermindert (z.B. durch den Verschluss von Entwässerungsgräben) und Überstauungszeiten verkürzt werden.

Klimastress stellt nur eine (zusätzliche) Komponente in der Belastung von Wäldern durch äußere Faktoren dar – vielerorts sind Wälder schon heute durch Immissionen, Folgen intensiver Landnutzung und überhöhte Wildbestände belastet. In Zeiten des Klimawandels kann die Reduktion solcher zusätzlichen Stressfaktoren beitragen zur Erhöhung der Stabilität, Widerstandsfähigkeit und Resilienz der Wälder. Zum Beispiel sollte aus der verstärkten Nutzung von Biomasse als klimafreundliche Energiequelle keine zusätzliche Belastung für das Ökosystem Wald resultieren. Äste und

Restmaterial eines Einschlages sollten vor allem auch nach Sturmkatastrophen unbedingt im Wald verbleiben, um den Austrag von Nährstoffen so gering wie möglich zu halten.

Quellen und weitere Informationen:

http://www.waldwissen.net/dossiers/bfw_dossier_klimawandel/index_DE

http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/umbau/lwf_zukunft_baeume/index_DE

<http://forum.rainer-weiher.de/lutz-faehser-zum-klimawandel-im-stadtwald-luebeck/>

<https://baden-wuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/studien/5.pdf>

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/wald/4.pdf>

<http://www.fit-fuer-den-klimawandel.de/>



Abb. 3.10: Bodenschonender Umbau einer Kiefernplantage mit Rückepferden

CO₂-Fußabdruck und -Minderung

Das Treibhausgas Kohlendioxid ist ein wesentlicher Faktor des Klimawandels. Ein Großteil des in der Atmosphäre vorkommenden Kohlenstoffs ist Teil des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs: Das Kohlendioxid aus der Atmosphäre wird in Böden, Ozeanen und Pflanzen (z.B. Bäumen) gebunden. Durch natürliche Prozesse wie Verrottung oder Waldbrände wird der Großteil des Kohlendioxids wieder freigesetzt. Durch menschliche Aktivitäten, wie die Verbrennung von fossilen Energieträ-

gern (Kohle, Erdöl und Erdgas), wird zusätzliches CO₂ ausgestoßen. Braunkohle, die hauptsächlich zur Energieerzeugung genutzt wird, verursacht die höchsten CO₂-Emissionen. Andere CO₂-Quellen sind z.B. Verkehr und Landwirtschaft. Aber auch durch Entwaldung werden große Mengen an CO₂ freigesetzt. Darauf sind rund 20 % der weltweiten Treibhausgasemissionen zurück zu führen. Wälder speichern etwa zwei Drittel des in Pflanzen gebundenen Kohlenstoffs.

Treibhausgas-Emissionen nach Wirtschaftsbereich

Anteil der Wirtschaftsbereiche an den menschlich bedingten Treibhausgas-Emissionen 2010

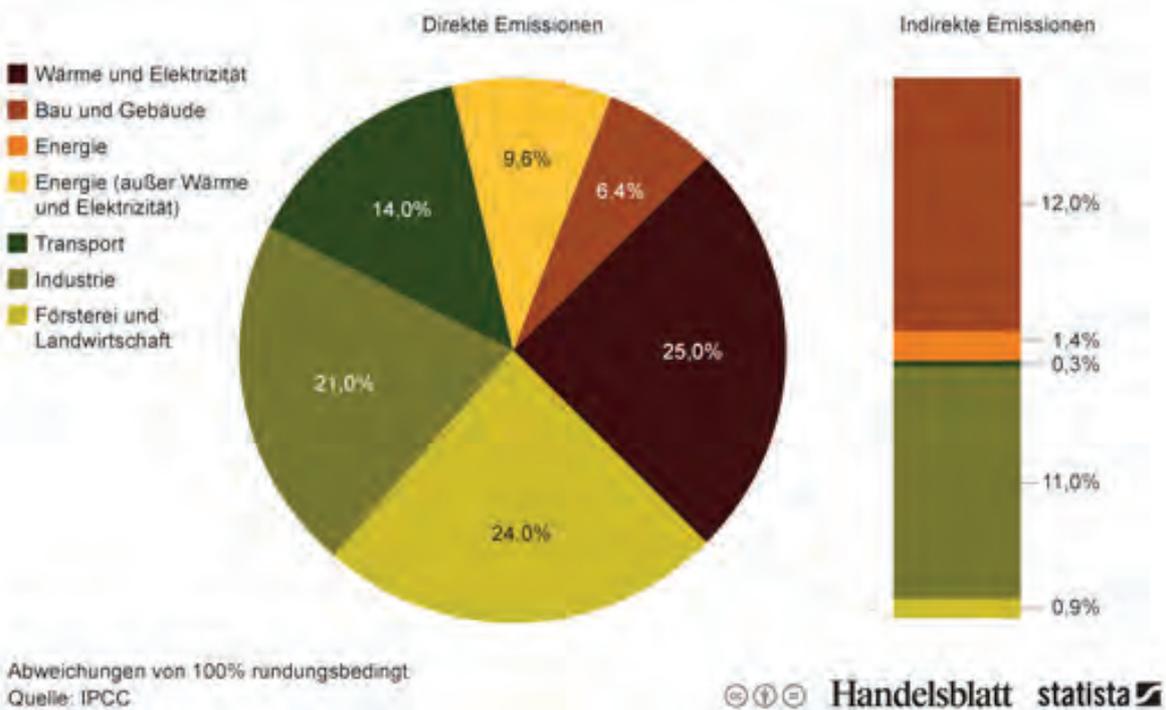


Abb. 3.11: Treibhausgas-Emissionen nach Wirtschaftsbereich

Mit Hilfe des Modells des CO₂-Fußabdrucks können die CO₂-Emissionen dargestellt werden, die eine Person direkt und indirekt verursacht. Die Einheit beträgt Tonnen pro Jahr (t/a). Im CO₂-Fußabdruck werden alle Treibhausgasemissionen berücksichtigt und in sogenannten CO₂-Äquivalenten ausgedrückt. Bei einem großen Fußabdruck werden viele Emissionen verursacht, ein kleiner Fußabdruck impliziert ein klimafreundliches Leben. Mithilfe von Angaben zum Stromverbrauch, Heizbedarf, Konsumverhalten, Essgewohnheiten und Transport kann man den eigenen CO₂-Fußabdruck berechnen. Der Durchschnittsdeutsche hatte im Jahr 2015 einen Fußabdruck

in Höhe von rund 11 t/a. Der weltweit durchschnittliche CO₂-Fußabdruck lag bei etwa 5 t/a. Deutschland hat einen Anteil von etwa 2,4 % an den globalen Kohlendioxid-Emissionen. Zu den weltweit größten Verursachern gehören China mit einem Anteil von rund 28 % und die USA mit einem Anteil von 15,9 %. Die CO₂-Emissionen pro Kopf und Jahr lagen 2014 in den USA bei circa 16 t/a, in China bei 6,7 t/a. Dieser niedrige pro Kopf-Wert in China ist auf die enorm hohe Bevölkerungsdichte zurückzuführen. Die kleinsten CO₂-Fußabdrücke hinterlassen Entwicklungsländer wie Uganda mit <1 t/a (Abb. 3.12).

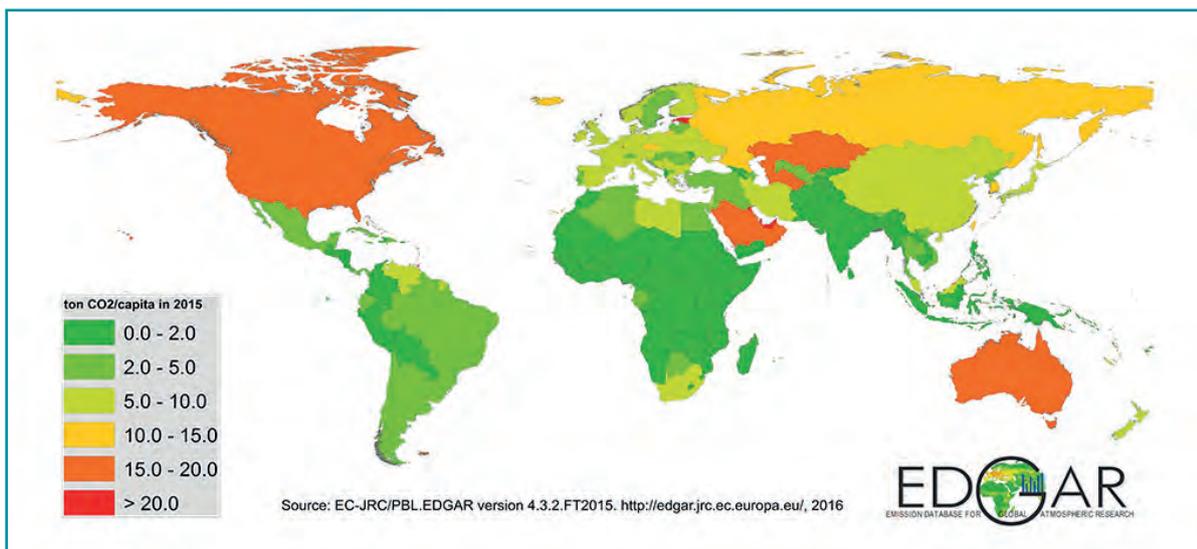


Abb. 3.12: CO₂-Fußabdrücke der Welt (in Tonnen pro Einwohner)

Um den eigenen CO₂-Fußabdruck zu verkleinern, gibt es zahlreiche einfach umsetzbare Möglichkeiten. Wie oben beschrieben, wird bei der Energieerzeugung aus fossilen Brennstoffen besonders viel Kohlendioxid freigesetzt. Indem wir Energie sparen, kann jeder Einzelne einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten: Das Licht ausschalten, wenn wir es nicht benötigen, regionale Lebensmittel einkaufen, Radfahren oder öffentliche Verkehrsmittel anstatt des Autos nutzen. Besonders viel CO₂ entsteht, wenn wir mit dem Flugzeug reisen. Eine Flugzeugreise erzeugt etwa 1.000 % mehr CO₂ als eine Reise mit der Bahn. Da bei der Erzeu-

gung von Strom aus erneuerbaren Energien kaum Emissionen entstehen, stellt ein Wechsel des Stromanbieters eine weitere Möglichkeit dar, den eigenen CO₂-Fußabdruck zu verkleinern.

Unsere Ernährung spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Verringerung des CO₂-Fußabdrucks. Dabei trägt vor allem die Produktion von tierischen Lebensmitteln zum Ausstoß von klimaschädlichen Gasen bei. Die Tierwirtschaft trägt weltweit stärker zum Klimawandel bei als das gesamte Transportwesen inkl. aller LKWs, Flugzeuge, Schiffe und Autos. Neben dem direkten Ausstoß von

Methan, einem um das 21- bis 86-fach klimaschädlicheren Gas als CO₂, ist vor allem die Rodung großer Waldflächen in Südamerika und Afrika klimaschädlich. Die Flächen werden für die Beweidung durch Rinder und für den Anbau von Soja als Futtermittel und von Palmölplantagen gerodet. Eine klimafreundliche Ernährungsweise sollte demnach möglichst auf tierische Lebensmittel und Palmöl verzichten. Regional angebaute Bio-Lebensmittel, die sich an der saisonalen Verfügbarkeit orientieren sind ein gutes Fundament für eine klimafreundliche Ernährung.

Auch die Nutzung von Holz kann positive Effekte auf das Klima haben. Bei der Verwendung von Holz wird in der Regel weniger Energie benötigt als bei der Produktion anderer Materialien, wie Plastik oder Aluminium (stoffliche Substitution). Des Weiteren kann die Nutzung langlebiger Holzprodukte der Kohlenstoffspeicherung dienen. Holzprodukte verlängern nach der Holzernte die Bindung des Kohlenstoffs um ihre jeweilige Nutzungsdauer. Durch die energetische Nutzung von Holz kann außerdem die Nutzung von fossilen Brennstoffen teilweise vermieden werden (energetische Substitution). Lediglich Holz aus naturnah bewirtschafteten, heimischen Wäldern hat positive Substitutionseffekte. Über lange Transportwege importiertes Tropenholz ist vor dem Hintergrund des Klimawandels keine Alterna-

tive. Da Holz ein nachwachsender Rohstoff ist und nicht wie Kohle, Erdöl und Erdgas nur in begrenztem Maß zur Verfügung steht, wird es im künftigen Energiemix eine bedeutende Rolle spielen. Eine „Kaskadennutzung“ mit (mehrfacher) stofflicher Verwendung und abschließender energetischer Verwertung ist besonders effektiv. Auch im Hinblick auf Papier schneiden Recyclingprodukte aus Altpapier deutlich günstiger ab als Produkte aus Primärfasern. Hierbei sollte auf das Umweltsiegel „Blauer Engel“ geachtet werden, da diese Produkte zu 100 % aus Altpapier bestehen. Das „FSC“-Siegel weist außerdem auf eine verantwortungsvolle Waldwirtschaft hin. Zahlreiche Kriterien dienen dazu, unkontrollierte Abholzung, Verletzung der Menschenrechte und Belastungen der Umwelt in FSC-zertifizierten Wäldern zu vermeiden.

Quellen und weitere Informationen:

<http://www.co2online.de/klima-schuetzen/klimawandel/>

<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-2015-im-zweiten-jahr-in>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167877/umfrage/co-emissionen-nach-laendern-je-einwohner/>
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_bf.pdf

Abb. 3.11: https://infographic.statista.com/normal/infografik_2140_Anteil_der_Wirtschaftsbereiche_an_den_menschlich_bedingten_Treibhausgas_Emissionen_n.jpg

Abb. 3.12: http://edgar.jrc.ec.europa.eu/img/part/CO2ts_pc1990-2015_graph_2015.png

Stiel-Eiche (*Quercus robur*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 40 m

Alter: bis 800 Jahre

Rinde: braungraue, tief gefurchte Borke (= äußeres Abschlussgewebe der Rinde)

Blätter: 10 – 12 cm lang, am Rand eingebuchtet, kurzer Stiel, Blattgrund geöhrt

Früchte: 4 – 6 cm lange Eicheln, lang gestielt

Verwechslungsgefahr: Trauben-Eiche mit länger gestielten Blättern und kurz gestielten Eicheln, Blattgrund nicht geöhrt

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf nährstoffreichen, tiefgründigen Böden mit guter Wasserversorgung
- ▶ Auch trockene, arme Sandstandorte und zeitweilig überflutete Standorte
- ▶ Lichtbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Wächst auf zahlreichen Standorten und kann flexibel auf Umweltveränderungen reagieren
- + Tiefes Wurzelsystem gibt hohe Standfestigkeit gegenüber Stürmen
- Auf trockenen und entwässerten Standorten anfällig für Trockenstress, wenn Niederschlagsdefizite hinzukommen

Nutzung:

- ▶ Langlebige, hochwertige Holzprodukte, wie Qualitätsmöbel
- ▶ Sehr robust für die Verwendung im Außenbau (z.B. Eisenbahnschwellen, Schiffsbau)



Wissenswertes:

- ▶ Bis ins 19. Jahrhundert Eicheln besonders für Schweinemast verwendet
- ▶ Gerbstoffe aus der Eichenrinde zur Ledergerberei genutzt
- ▶ Alte Eichenwälder besonders artenreich, da diese besonders viele Insekten- und Pilzarten beherbergen
- ▶ Name „Stiel-Eiche“ wegen der gestielten Früchte
- ▶ gegenüber der Rotbuche eher konkurrenzschwach; setzt sich lediglich auf sehr feuchten und sauerstoffarmen Standorten durch, deshalb häufig auf waldbauliche Eingriffe angewiesen



Rot-Buche (*Fagus sylvatica*)



Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 40 m

Alter: bis 300 Jahre

Rinde: grau, glatt, im Alter manchmal rissig

Blätter: eiförmig, 5 – 10 cm lang, Blattoberseite glänzend dunkelgrün, Blattrand leicht gewellt mit z.T. langen Wimperhaaren

Früchte: glänzend, dunkelbraun, bis zu 2 cm lang; zwei bis vier Bucheckern befinden sich in einer stacheligen Hülle

Knospen: braun, sehr schmal und lang, spitz zulaufend

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf nährstoffreichen, bindigen Sand- bis Lehmböden
- ▶ Empfindlich gegen Staunässe und stark schwankende Wasserstände sowie lange Dürreperioden
- ▶ Schattenbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Wegen Schattentoleranz und Klimaelasticität wichtig beim Umbau klimalabiler Fichten- und Kiefernbestände
- + Tiefes Wurzelsystem gibt hohe Standfestigkeit gegenüber Stürmen, lediglich auf schlecht durchlüfteten Böden flaches Wurzelsystem
- In den trockensten und wärmsten Gebieten Deutschlands könnte die Rot-Buche an ihre Grenzen stoßen

Nutzung:

- ▶ wegen gutem Brennwert beliebtes Brennholz
- ▶ In Möbel-, Spanplatten-, Furnier- und Papierindustrie vielseitig verwendet
- ▶ Buchenholz gilt als eher minderwertig und ökonomisch unattraktiv, da es auf Grund seiner Holzeigenschaften nur bedingt als Bauholz geeignet ist. Moderne Verfahren ermöglichen auch den Einsatz von Buchenholz im Baubereich, sind allerdings derzeit noch teurer als die herkömmlich verwendeten Nadelhölzer.

Wissenswertes:

- ▶ In Deutschland häufigste Laubbaumart; kann wegen hoher Konkurrenzkraft andere Baumarten verdrängen
- ▶ In Deutschland gelten Buchenwälder unter natürlichen Bedingungen – also ohne Einfluss des Menschen – als die potentielle natürliche Vegetation
- ▶ Etwa ein Viertel des natürlichen Gesamtareals der Rotbuchenwälder weltweit entfällt auf Deutschland; deshalb gehören die „Alten Buchenwälder Deutschlands“ seit 2011 zum UNESCO-Weltnaturerbe



Habitus



Borke



Frucht

Hainbuche (*Carpinus betulus*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 30 m

Alter: bis 150 Jahre

Stamm: häufig krumm, vielverzweigt

Rinde: dunkelgrau, auch im Alter glatt mit charakteristischem, hellem Netzmuster

Blätter: eiförmig, spitz zulaufend, 5 – 10 cm lang, Blattrand doppelt gesägt

Früchte: Nussfrüchte an dreilappigen Tragblättern, die als Flugorgane dienen

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf nährstoffreichen, frischen bis periodisch nassen Lehm- und Tonböden
- ▶ häufig vergesellschaftet mit Eiche, selten in Reinbeständen
- ▶ Halbschatten- bis Schattenbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Besonders genügsam und anpassungsfähig
- + In Abhängigkeit vom Standort kräftiges Wurzelsystem, das Standfestigkeit bietet

Nutzung:

- ▶ Im Wald Beschattung der Hauptbaumart, meist Eiche, damit diese möglichst wenig Äste am Stamm ausbilden (Schaftpflege)
- ▶ Aufgrund des sehr hohen Regenerationsvermögens beliebte Heckenpflanze
- ▶ Holz extrem hart und schwer, deshalb vorwiegend Verarbeitung zu Gegenständen, die einer hohen Beanspruchung unterliegen (z.B. Werkzeugstiele, Kegeln)
- ▶ Brennholz
- ▶ Insgesamt geringe wirtschaftliche Bedeutung



Wissenswertes:

- ▶ Name „Hainbuche“ wegen Ähnlichkeit zur Rot-Buche, gehört aber nicht zu den Buchen sondern zu den Birkengewächsen.
- ▶ Die Hainbuche ist auch unter dem Namen Weiß-Buche bekannt.
- ▶ Besondere historische Nutzung: Schneitelwirtschaft; beim Schneiteln werden die Bäume in Mannshöhe geköpft, worauf sie mit rutenförmigem Austrieb von Zweigen reagieren, die geschnittenen Äste dienen im Winter als Viehfutter



Habitus



Borke



Frucht

Hänge-Birke (*Betula pendula*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 30 m

Alter: bis 120 Jahre

Rinde: auffällig weiß mit dunklen Rissen, z.T. tief gefurcht

Blätter: im Umriss rhombisch, spitz zulau-
fend, 4 – 7 cm lang, am Rand doppelt gesägt

Zweige: Spitzen herabhängend

Früchte: 2 – 3 mm große, geflügelte Nuss-
früchte

Verwechslungsgefahr: Moor-Birke ohne her-
abhängende Zweigspitzen, junge Zweige be-
haart

Lebensraum:

- ▶ Eher trockene, nährstoffarme Standorte, auch Rohböden
- ▶ Brachflächen, Sandfluren, Heiden sowie Weiden, lichte Lücken im Wald
- ▶ Natürliche Bestände der Hänge-Birke sind in Form von Eichen-Birken-Wäldern zu finden, besonders in Sandgebieten Nordwest-Europas
- ▶ Lichtbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Sehr anspruchslos, auch auf extremen Standorten
- + Eine besonders hohe Stabilität weisen Mischbestände auf, in denen Pionierarten (z.B. Hänge-Birke) zusammen mit anderen Baumarten gemischt vorkommen, da nach Störungsereignissen eine rasche Verjüngung gewährleistet ist
- + Auf dürrgefährdeten Standorten könnte die Hänge-Birke – sowie andere Pionierbaumarten – beispielsweise wegen ihrer Anspruchslosigkeit an Bedeutung gewinnen

Nutzung:

- ▶ Furnier- und Sperrholz für Möbel und im Innenausbau
- ▶ Gut bearbeitbares Holz: Drechslerarbeiten, Schnitzen, Musikinstrumente
- ▶ Brennholz, Papierindustrie

Wissenswertes:

- ▶ Eine der wichtigsten Pionierbaumarten (Erstbesiedler) in Mitteleuropa: schnelles Wachstum, hohe Samenproduktion, effektive Verbreitung über Wind
- ▶ Wegen Kurzlebigkeit häufig Birkentotholz, wichtige ökologische Bedeutung als Lebensraum für Insekten und Pilze
- ▶ Weiße Farbe des Birkenstamms beruht auf dem Inhaltsstoff Betulin, der die Rinde schwer verweslich und für Nässe undurchlässig macht
- ▶ Birkensaft gegen Rheuma und Gicht



Habitus



Borke



Frucht

Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 35 m

Alter: bis 500 Jahre

Rinde: graubräunlich, mit dem Alter zunehmend schuppig abblätternd

Blätter: fünf-lappig, bis ca. 20 cm lang und breit, lang gestielt, Blattrand unregelmäßig gesägt

Früchte: Flügelfrüchte mit zwei im spitzen Winkel abstehenden Flügeln

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf frischen bis feuchten, tiefgründigen, kalkhaltigen Böden
- ▶ Typische Baumart buchenreicher Wälder des Hügel- und Berglandes
- ▶ Meist Mischbaumart, die durch leicht abbaubares Laub bodenverbessernd wirkt
- ▶ Schatten- bis Halbschattenbaumart; pH-Wert schwach sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

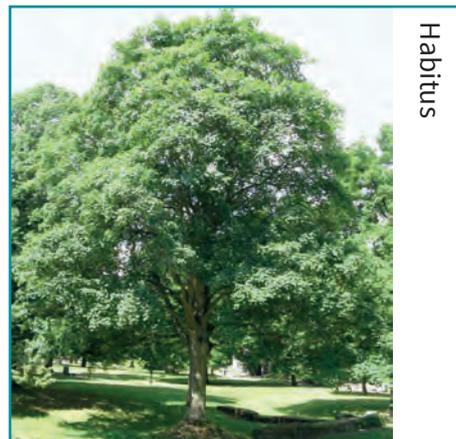
- + Die Klimatoleranz des Berg-Ahorns entspricht in etwa der der Rot-Buche; voraussichtlich gut an zukünftiges Klima angepasst
- + Klimatolerante Mischbaumart, die viele ökologische und wirtschaftliche Vorteile hat
- + Tiefes Wurzelsystem bietet Standfestigkeit
- + Sehr hohes Verjüngungspotenzial
- In den trockensten und wärmsten Gebieten Deutschlands könnte der Berg-Ahorn an seine Grenzen stoßen

Nutzung:

- ▶ Beliebt für hochwertige Möbel und Innenausbau, sogenannter Riegelahorn erzielt auf Auktionen Höchstpreise
- ▶ Küchengeräte, da Geschmacksstoffe kaum aufgenommen werden und Holz nicht schnell aufquillt
- ▶ Wegen guter Bearbeitbarkeit beliebt für Drechsler- und Schnitzarbeiten, Herstellung von Musikinstrumenten und Spielzeug

Wissenswertes:

- ▶ „Ahorn“ kommt vom germanischen Wort „ahurna“, welches in engem Zusammenhang mit dem Wort „Horn“ steht (im Bezug auf die Früchte)
- ▶ Früchte typische Schraubenflieger mit ca. 16 Umdrehungen pro Sekunde; vom Wind werden sie oft mehr als 100 Meter weit getragen
- ▶ Wegen hohem Zuckergehalt bei vielen Tieren beliebt



Habitus



Borke



Frucht

Winter-Linde (*Tilia cordata*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 30 m

Alter: bis 1000 Jahre

Rinde: grau, dichte Längsfurchen

Blätter: asymmetrisch herzförmig, 5 – 7 cm lang und breit, unterseits braune Haarbüschel in den Winkeln zwischen den Nerven

Früchte: 5 – 7 mm lange, kugelige Nussfrucht, Stiel mit einem länglichen Vorblatt verwachsen, das der Windverbreitung dient

Blüten: auffällige, hängende Blütenstände mit weißen Blüten

Verwechslungsgefahr: Sommer-Linde mit hellen Haarbüscheln auf der Blattunterseite

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf mittel- bis tiefgründigen, lockeren, mineralstoffreichen Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt
- ▶ Anspruchslos im Hinblick auf Boden: Wächst auch auf nährstoffarmen, sauren oder verdichteten Böden
- ▶ Typische Mischbaumart der Laubwälder aus Buche, Eiche, Esche und Ahorn; Laub wirkt bodenverbessernd
- ▶ Lindenreiche Wälder besonders in der Alpenregion verbreitet
- ▶ Halbschattenbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

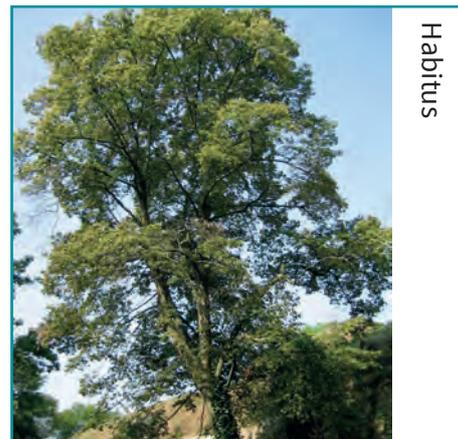
- + Tiefes Wurzelsystem bietet Standfestigkeit
- + Tolerant gegen Wärme und Trockenheit

Nutzung:

- ▶ Im Wald neben Hainbuche wichtige Art zur Schaftpflege von Eichen
- ▶ Imitation von teurem Kirsch- und Nussbaumholz in der Möbelindustrie
- ▶ Wegen guter Bearbeitbarkeit beliebt in Bildhauerei und Schnitzerei
- ▶ Wegen des geringen Gewichts beliebt in Modellbau und Spielzeugindustrie
- ▶ Stadtbaum

Wissenswertes:

- ▶ Blüten sind nektarreich und duften süß, Weide für Insekten, insbesondere Bienen
- ▶ Bienen können beachtliche Mengen an Lindenblütenhonig produzieren
- ▶ Baum des Jahres 2016



Habitus



Borke



Frucht

Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 40 m

Alter: bis 300 Jahre

Rinde: grau, längsrissig

Blätter: unpaarig gefiedert, sieben bis dreizehn bis zu 10 cm lange Fliederblätter, gesamtes Blatt etwa 25 cm lang

Früchte: zusammengedrücktes Nüsschen mit 3 – 4 cm langem Flügel

Knospen: auffällig schwarz

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf feuchten Standorten mit guter Nährstoffversorgung
- ▶ Mischbaumart, z.B. zusammen mit Buche oder Eiche
- ▶ Erlen-Eschenwälder in der Weichholzaue an Fließgewässern
- ▶ Schatten- bis Halbschattenbaumart, benötigt im Alter mehr Licht; pH-Wert schwach sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

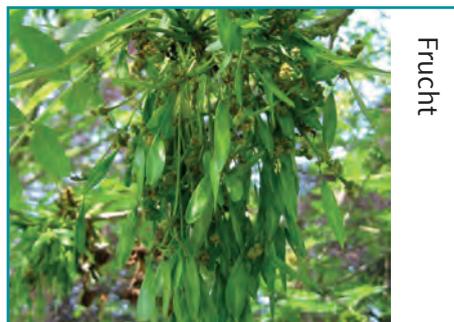
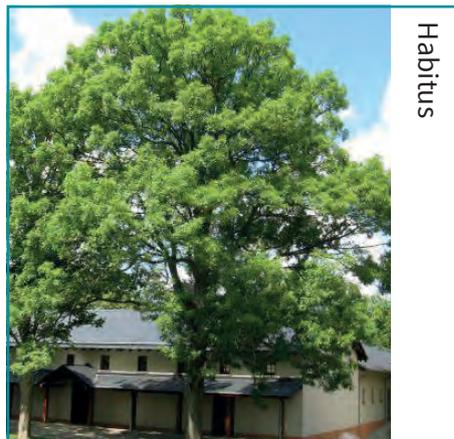
- + Wurde vor dem Auftreten des Eschentriebsterbens als robuste Baumart zum Aufbau widerstandsfähiger Mischwälder eingeschätzt
- Eschentriebsterben: Klimawandel begünstigt Pilz, der einen Großteil der Eschen zum Absterben bringen wird, seitdem wird von Neupflanzungen mit Esche abgeraten

Nutzung:

- ▶ Holz sehr hohe Elastizität, deshalb besonders gut geeignet für Sportgeräte, Werkzeugstiele, Leitersprossen usw.
- ▶ Früher häufig Herstellung von Waffen wie Speere, Lanzen, Pfeile
- ▶ Vielseitige Verwendung als Ausstattungs- und Möbelholz

Wissenswertes:

- ▶ In der nordischen Mythologie gibt es die Weltenesche „Yggdrasill“, die als Weltenbaum eine Verbindung zwischen Himmel, Erde und Unterwelt schafft und somit Mittelpunkt des Universums ist



Gemeine Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 30 m

Alter: bis 300 Jahre

Rinde: graubraun, grobrissig, schuppig

Blätter: fünf bis sieben bis zu 25 cm lange Fiederblätter, die mittleren deutlich länger als die am Rand, gesamtes Blatt lang gestielt

Früchte: 5 – 7 cm große, kugelige, grüne Stachelkapsel mit ein bis zwei Samen (Kastanien)

Blüten: auffällig, weiß, in aufrechten, pyramidenförmigen, bis zu 30 cm hohen Blütenständen

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf frischen bis feuchten, tiefgründigen, nährstoffreichen Böden
- ▶ Auf der Balkanhalbinsel natürliche Bestände (Heimat), in Mitteleuropa meist als Stadt- oder Parkbaum angepflanzt
- ▶ Bevorzugt an sonnigen Standorten; pH-Wert schwach sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- Viele Rosskastanien von Miniermotte befallen und geschwächt
- Wird im Klimawandel vermutlich weitere Probleme bekommen, da sie auf Bodentrockenheit sehr empfindlich reagiert

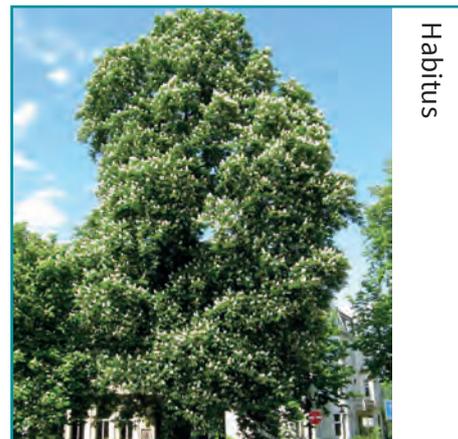
Nutzung:

- ▶ Zierbaum in Städten und Parks
- ▶ Geringwertiges Holz, verwendet für Tischler- oder Schnitzarbeiten
- ▶ Kastanienpräparate wirken entzündungshemmend



Wissenswertes:

- ▶ Rosskastanie in Mitteleuropa nicht heimisch, aus Balkanländern eingebürgert
- ▶ Kastanien für den Menschen ungenießbar, von den Osmanen als Pferdefutter und als Heilmittel gegen Pferdehusten mitgeführt, daher der Name „Rosskastanie“
- ▶ Nicht mit der essbaren Edelkastanie verwandt
- ▶ Blüten dienen als Bienenweide



Habitus



Borke



Frucht

Gemeine Fichte (*Picea abies*)



Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 50 m

Alter: bis 600 Jahre

Rinde: kupferbraun, löst sich in kleinen runden Schuppen ab

Nadeln: spitz und stechend, vierkantig, verteilen sich nahezu rund um den Zweig, beim Abfallen bzw. Abziehen der Nadeln verbleibt der Blattgrund am Zweig, Zweige fühlen sich rau an

Früchte: braune, hängende Zapfen, 10 – 15 cm lang, fallen ganz vom Baum ab

Verwechslungsgefahr: Weiß-Tanne mit nicht stechenden, flachen Nadeln, die am Zweig gescheitelt angeordnet sind, Blattgrund bleibt nicht am Zweig, stehende Zapfen

Lebensraum:

- ▶ Bevorzugt auf frischen, gut durchlüfteten Böden bei kühl-kontinentalem Klima
- ▶ Natürliche Waldgesellschaft mit Fichte ist der montane Fichten-Tannenwald, in Deutschland lediglich in Gebirgsregionen in Ost- und Süddeutschland zu finden, gepflanzte Bestände in fast ganz Deutschland
- ▶ Halbschattenbaumart; pH-Wert sauer bis schwach alkalisch

Art im Klimawandel:

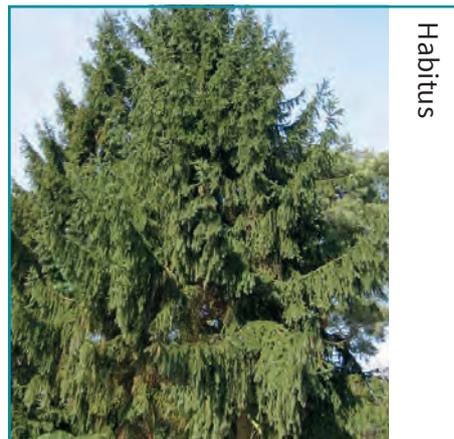
- Flachwurzler, deshalb stark sturmwurfgefährdet
- Nicht an steigende Temperaturen und Trockenheit angepasst

Nutzung:

- ▶ Gutes, in Deutschland meist verwendetes Bau- und Konstruktionsholz
- ▶ Papierherstellung
- ▶ Fichtennadelöl zur Behandlung von Infekten der Atemwege und bei rheumatischen Beschwerden, häufig z.B. in Badezusätzen

Wissenswertes:

- ▶ Nach dem 2. Weltkrieg großflächige Wiederaufforstungen mit Fichte, da sie schnell wuchs und preiswert war
- ▶ Aufgrund der guten Wuchsleistungen wirtschaftlich nach wie vor sehr bedeutsam, in Deutschland stellt die Fichte mit knapp 30 % die Baumart mit dem höchsten Anteil an der Gesamtwaldfläche dar
- ▶ Naturschutzfachlich wenig bedeutsam, da Fichten meist bereits in einem Alter von 80 – 100 Jahren geerntet werden, Fichtenbestände meist eher struktur- und artenarm, Nadeln bewirken starke Bodenversauerung
- ▶ Gut zu merken: „Fichte sticht, Tanne nicht!“



Habitus



Borke



Frucht

Weiß-Tanne (*Abies alba*)



Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 50 m

Alter: bis 600 Jahre

Rinde: hellgrau, bei jungen Individuen glatt, später aufgeplatzt, mit Harzbeulen

Nadeln: nicht stechende, flache Nadeln mit zwei hellen Streifen auf der Unterseite, Nadeln am Zweig gescheitelt angeordnet, Blattgrund bleibt beim Abfallen bzw. Abziehen nicht am Zweig

Früchte: aufrecht stehende, 10 – 16 cm lange Zapfen, die bereits am Baum in Schuppen zerfallen

Verwechslungsgefahr: Fichte mit stechenden, vierkantigen Nadeln, die nahezu rund um den Zweig angeordnet sind, Blattgrund verbleibt am Zweig, hängende Zapfen; Douglasie mit stark nach Orangen duftenden Nadeln, Rinde bei älteren Bäumen dunkel und rissig

Lebensraum:

- ▶ Böden mit guter Wasserversorgung, Nährstoffansprüche eher gering, Optimum in gemäßigt warmen und regenreichen Gebirgen
- ▶ Natürliche Vorkommen in Deutschland in den Alpen und höheren Mittelgebirgen, im Flachland gepflanzt
- ▶ Schattenbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

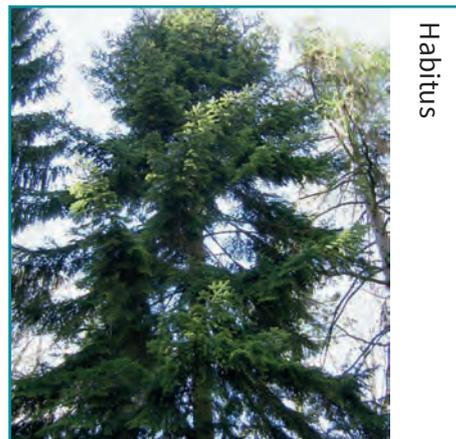
- + Tiefes Wurzelsystem, weniger trockenheitsanfällig und sturmfester als Fichte
- + Klimatische Ansprüche der Weiß-Tanne stimmen größtenteils mit prognostizierten Klimaverhältnissen überein
- + Mischbaumart, z.B. zusammen mit Rot-Buche
- Wird sehr gerne vom Wild verbissen, Anbau und natürliche Verjüngung daher häufig nur mit teuren Schutzmaßnahmen (Zaun) möglich

Nutzung:

- ▶ Holz dem der Fichte sehr ähnlich, Bau- und Konstruktionsholz, Papierherstellung
- ▶ Weißtannenöl bei Erkrankungen der Atemwege, häufig in Erkältungsbalsamen
- ▶ Weihnachtsbaum

Wissenswertes:

- ▶ Auf dem Boden findet man keine „Tannenzapfen“, da diese bereits am Baum zerfallen, auf dem Boden findet man z.B. Fichtenzapfen
- ▶ Der Name „Weiß-Tanne“ kommt von der auffallend hellgrauen Farbe der Rinde



Habitus



Borke



Frucht

Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 65 m

Alter: bis 500 Jahre

Rinde: jung graugrün mit Harzbeulen, später dunkel und rissig

Nadeln: stumpf bis spitz, flach, unterseits mit zwei hellen Streifen, unregelmäßig gescheitelt angeordnet, duften zerrieben stark nach Orange

Früchte: 5 – 10 cm lange, hängende Zapfen mit kurzen runden und weit herausragenden 3-zipfeligen Schuppen, als Ganzes herabfallend

Verwechslungsgefahr: Weiß-Tanne mit heller Rinde, Nadeln duften nicht so stark

Lebensraum:

- ▶ Heimat Nordamerika, dort entstehen natürliche Douglasien-Bestände hauptsächlich in Folge von Waldbränden; wegen dicker Rinde deutlicher Vorteil gegenüber anderen Baumarten
- ▶ Bevorzugt auf tiefgründigen, lockeren, frischen Böden mit mittlerer Nährstoff- und Basenversorgung
- ▶ Halbschattenbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Mögliche Mischbaumart, wird gut an Klimaveränderungen angepasst sein, sehr gute Wachstumsleistungen, trockenresistent
- Gefahr, dass Art invasiv wird und sich ungewollt ausbreitet, nicht heimische Art könnte heimische Arten verdrängen
- Ähnliches Sturmwurfisiko wie Fichte

Nutzung:

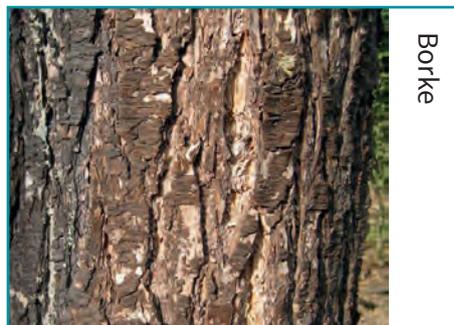
- ▶ Bauholz im Innen- und Außenbau, häufig als Furnier
- ▶ Höhere natürliche Dauerhaftigkeit als z.B. Fichtenholz, in Deutschland als Bauholz für tragende Konstruktionen zugelassen

Wissenswertes:

- ▶ Nicht heimisch, aus Nordamerika eingebürgert
- ▶ Extrem hoher Zuwachs und schnellwüchsig, deshalb ökonomisch bedeutsam
- ▶ In Nordamerika können Douglasien über 100 m hoch wachsen
- ▶ Höchster Baum in Deutschland mit rund 65 m ist eine Douglasie im Arboretum Freiburg-Günterstal



Habitus



Borke



Frucht

Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*)



Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 40 m

Alter: bis 600 Jahre

Rinde: braunrot mit tiefrissigen Schuppen

Nadeln: paarweise in einer Nadelscheide, 4 – 7 cm lang, spitz, blaugrün, oft in sich leicht gedreht

Früchte: 3 – 8 cm lange Zapfen, hängend, in der Reifezeit mit geöffneten, zurückgebogenen Zapfenschuppen, fallen als Ganzes herab

Lebensraum:

- ▶ Natürliche Kiefern-Bestände auf armen, trockenen, sandigen und moorigen Standorten, hier Vorteil gegenüber anderen Baumarten
- ▶ Eher anspruchslos, gutes Anwachsen und rasches Jugendwachstum auch auf armen Rohböden (Erstbesiedler)
- ▶ Vom Menschen auch auf besseren Standorten wegen forstlicher Bedeutung angepflanzt und bestandsbildend, häufig Reinbestände
- ▶ Lichtbaumart; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

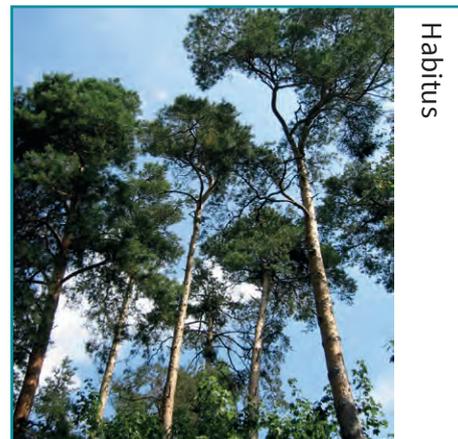
- + gut an Trockenheit angepasst
- Art kühler Klimate, bei steigenden Temperaturen wird Konkurrenzfähigkeit gegenüber Laubbäumen sinken und Anfälligkeit für Krankheiten steigt
- In Reinbeständen sehr anfällig für Insektenkalamitäten

Nutzung:

- ▶ Beliebtes Holz für Massivholzmöbel, robust und pflegeleicht, trotzdem hell und freundlich
- ▶ Bau- und Konstruktionsholz, besonders im Hoch- und Tiefbau
- ▶ Terpentinöl und Kolophonium aus Harz, in Deutschland kaum noch
- ▶ Kiefernadelöl schleimlösendes Mittel bei Bronchitis

Wissenswertes:

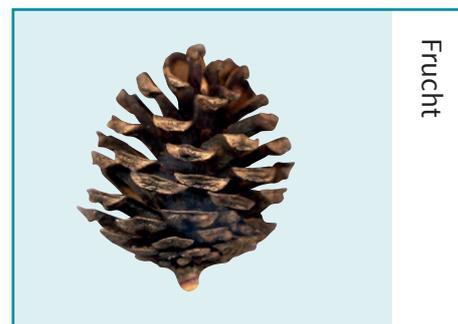
- ▶ Neben Fichte ist Kiefer eine der wirtschaftlich bedeutendsten Baumarten in Deutschland
- ▶ Ab 1870 viel Kiefer gepflanzt, da beliebtes Grubenholz, Kiefernholz warnfähig (warnt Bergleute durch knistern vor Bewegungen in der Grube)
- ▶ Naturschutzfachlich sind gepflanzte Kiefern-Reinbestände eher von geringer Bedeutung, natürliche Kiefernwälder auf Sonderstandorten hingegen können wertvoll sein



Habitus



Borke



Frucht

Europäische Lärche (*Larix decidua*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 50 m hoch

Alter: bis 600 Jahre

Rinde: dicke, graubraune, schuppige Borke mit rotbraunen Furchen

Nadeln: weich, 15 – 30 mm lang, vorne stumpf, eher hellgrün, 20 – 40 Stück pro Kurztrieb in rosettig angeordneten Büscheln

Früchte: 2 – 6 cm lange, stehende Zapfen, hellbraun, eiförmig

Verwechslungsgefahr: Japanische Lärche mit Zapfenschuppen, die im Gegensatz zu denen der Europäischen Lärche an der Spitze stark nach außen gebogen sind

Lebensraum:

- ▶ Baumart der montanen Höhenstufe, bildet mit der Zirbelkiefer die typische Waldform der oberen Waldgrenze im Gebirge, besonders im Alpenraum
- ▶ In weiten Teilen Deutschlands angepflanzt als Mischbaumart, geringer Anteil an Gesamtwaldfläche
- ▶ Eher geringe Standortansprüche, nicht auf sehr nährstoffarmen Sanden
- ▶ Halblicht- bis Volllichtpflanze, deshalb gegenüber anderen Baumarten eher konkurrenzschwach; pH-Wert sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

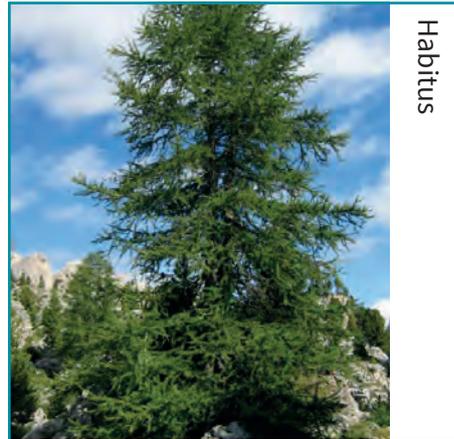
- + Weite Standortamplitude
- Art kühler Klimate, bei steigenden Temperaturen wird Konkurrenzfähigkeit gegenüber Laubbäumen weiter sinken und Anfälligkeit für Krankheiten steigt

Nutzung:

- ▶ Gutes Bau-, Konstruktions- und Ausstattungsholz im Innen- und Außenbereich, schwerstes und härtestes Nadelholz Europas
- ▶ Eignet sich hervorragend zur Herstellung von Kinderspielanlagen und -geräten, da keine chemischen Holzschutzmaßnahmen notwendig sind

Wissenswertes:

- ▶ Europäische Lärche ist der einzige in Europa heimische Nadelbaum, der seine Blätter abwirft, ist also winterkahl
- ▶ Junge Triebspitzen schmecken sauer und werden z.T. in der Küche verwendet



Habitus



Borke



Frucht



Zweig

Gemeine Eibe (*Taxus baccata*)

Erkennungsmerkmale:

Höhe: bis 18 m

Alter: bis 3000 Jahre

Rinde: braungrau, dünn, gefurcht, in kleinen Schuppen ablösend

Nadeln: zugespitzt aber nicht stechend, weich, an Zweigen meist zweireihig angeordnet

Früchte: Scheinbeeren mit einem 6 – 7 mm langen, braunen Samen im auffällig roten Samenanlage

Lebensraum:

- ▶ Besonders auf kalkhaltigen, lockeren, frischen Böden; hinsichtlich des Bodens jedoch eher anspruchslos, auch auf sehr trockenen Böden
- ▶ Heute kaum noch bestandsbildend, gelegentlich im Unterstand von Laubwäldern
- ▶ Schatten- bis Halbschattenbaumart; pH-Wert schwach sauer bis alkalisch

Art im Klimawandel:

- + Weite Standortamplitude, trockenresistent
- + Gut an zukünftige klimatische Bedingungen angepasst

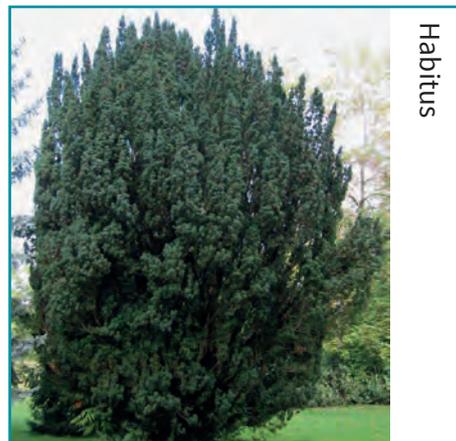
Nutzung:

- ▶ Forstwirtschaftlich eher unbedeutend, Schutzstatus verbietet jegliche Nutzung
- ▶ Im Mittelalter begehrtes Holz für den Bogebau
- ▶ Im 18. Jh. häufig zur Gartengestaltung eingesetzt

Wissenswertes:

- ▶ In Deutschland wird die Gemeine Eibe in der Roten Liste aufgrund ihrer Seltenheit als „gefährdet“ geführt
- ▶ Die Samen der Eibe werden vor allem durch Tiere verbreitet, die die auffälligen Scheinfrüchte fressen und die Samen unverdaut wieder ausscheiden

- ▶ Außer den roten Samenhüllen sind alle Teile der Eibe giftig, Pferde gelten als besonders gefährdet – 100 bis 200 Gramm Eibennadeln können bereits zum Tod führen
- ▶ Eibe unterscheidet sich von anderen heimischen Nadelbaumarten: sehr langsam wüchsig, entwickelt keine Zapfen, starkes Stockausschlagvermögen (kann sich vegetativ vermehren)



Habitus



Borke



Frucht

Quellen und weitere Informationen:
www.baumkunde.de
www.baumportal.de
www.floraweb.de

www.wald.de
www.i-flora.com
 Bilder:
www.baumkunde.de

Impressum

Herausgeber:
NABU-Naturschutzstation Münsterland e.V.
Haus Heidhorn
Westfalenstraße 490
48165 Münster
Tel.: 02501-9719433
Fax: 02501-9719438
Email: info@nabu-station.de
www.nabu-station.de

Bearbeitung:
Anuschka Tecker

Unter Mitarbeit von:
Dr. Britta Linnemann, Dr. Dirk Bieker, Katharina Greiving, Michael Elmer, Oliver Vogt,
Ulrike Möller, Stefan Hof

Gestaltung:
Andrea Blauensteiner, Silvia Banyong

Druck:
Ordnerumschlag (Recyclingkarton): swedex GmbH, Essen
Inhalt (Recyclingpapier): Verlag T. Lindemann, Offenbach

1. Auflage 2017

Download der Materialien:
www.fit-fuer-den-klimawandel.de/downloads/schulen

Waldklimafonds-Projekt:
„Fit für den Klimawandel – Maßnahmen für eine nachhaltige, naturnahe Anpassung feuchter Wälder im Münsterland an Klimaveränderungen“
Ein Gemeinschaftsprojekt der NABU-Naturschutzstation Münsterland und des Landesbetriebs Wald und Holz NRW



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Landesbetrieb Wald und Holz
Nordrhein-Westfalen



Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen





Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

