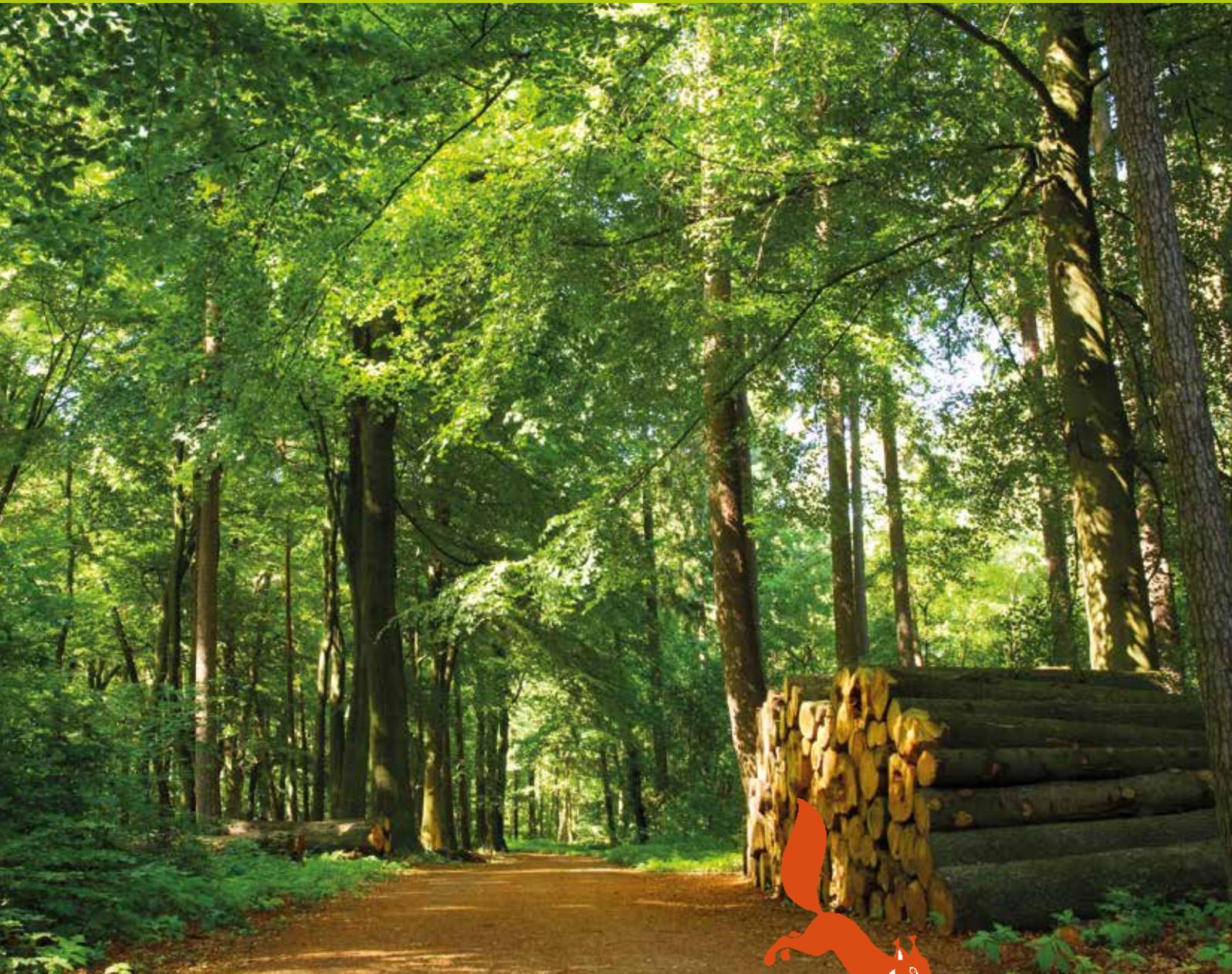


Wald und Holz

Herausforderungen und Perspektiven



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhalt



Informationen
zu AR finden Sie
auf Seite 36.

- 4 Der Wald in Deutschland
- 6 Was der Wald leistet
- 7 Klimaschützer Wald
- 8 Wald und Klimawandel
- 12 Waldumbau
- 16 Holznutzung
- 18 Kaskadennutzung
- 19 Bioökonomie
- 20 Bauen mit Holz
- 24 Heizen mit Holz
- 26 Erlebnisort Wald
- 28 Bildungsprojekte
zu Wald, Holz
und Klimawandel
- 29 Hinweise für Lehrkräfte
- 30 AB 1: CO₂-Senke
- 31 AB 2: Leistungen
des Waldes
- 32 AB 3: Pressemeldungen
- 33 AB 4: Gefahren für
den Wald
- 34 AB 5: Wissensquiz
- 35 AB 6: Bauen mit Holz
- 36 Links und Impressum

Auf der Zeitbild Homepage
www.zeitbild.de/wald-und-holz
finden Sie die Texte des Magazins
in Word (zur freien Bearbeitung),
die Grafiken als JPG-Dateien, eine
Aufstellung aller AR-Verlinkungen
(PDF) sowie weitere Informationen
zu den Themen des Magazins.



Vorwort

Liebe Lehrerinnen, liebe Lehrer,

Themen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes spielen mittlerweile im Schulunterricht eine wichtige Rolle. Schülerinnen und Schüler sind sehr an diesen Themen interessiert. Die Auswirkungen des Klimawandels zeigen sich seit einigen Jahren, nicht nur weltweit, sondern auch in Deutschland. Die Jahre 2018 und 2019 mit einer lang anhaltenden Trockenheit und Dürre sowie die schweren Überschwemmungen im Juli 2021 zeigen dies deutlich auf. Die Wälder in Deutschland leiden schon heute unter den klimatischen Veränderungen. Sie sind in der Vergangenheit durch den Menschen beeinflusst und in der Struktur verändert worden. Der aktuelle Klimawandel droht nun die Anpassungsfähigkeit der Wälder zu überfordern. Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung wird daher künftig immer wichtiger, damit der Wald alle zentralen Funktionen erfüllen kann. Als eine der wesentlichen Maßnahmen gilt der Waldumbau von Reinbeständen in standortgerechte, artenreiche Mischbestände. Zukünftig wichtig ist auch die vermehrte Nutzung der nachwachsenden Ressource Holz. Sie dient der Sicherung der Kohlenstoffspeicherung in langlebigen Holzprodukten, wenn Holz als Baustoff oder Werkstoff genutzt wird. Neben den Fragestellungen zu den Auswirkungen des Klimawandels und des klimagerechten Waldumbaus können auch diese bioökonomischen Themen durch das vorliegende Bildungsmaterial den Schülerinnen und Schülern nahegebracht werden.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei Ihrer Unterrichtsarbeit!

Ihre Zeitbild Redaktion



Klimawandel
einfach erklärt!



Maßnahmen
zum Klimaschutz

Der Wald in Deutschland

Rund 32 Prozent der Landesfläche Deutschlands sind mit Wald bedeckt. Es ist damit eines der walddreichsten Länder Europas. Im Laufe der europäischen Siedlungsgeschichte wurden die natürlich vorkommenden Rotbuchenwälder gerodet. Buchen nehmen in den Wäldern Deutschlands mit rund 16 Prozent nur noch einen kleinen Teil ein.

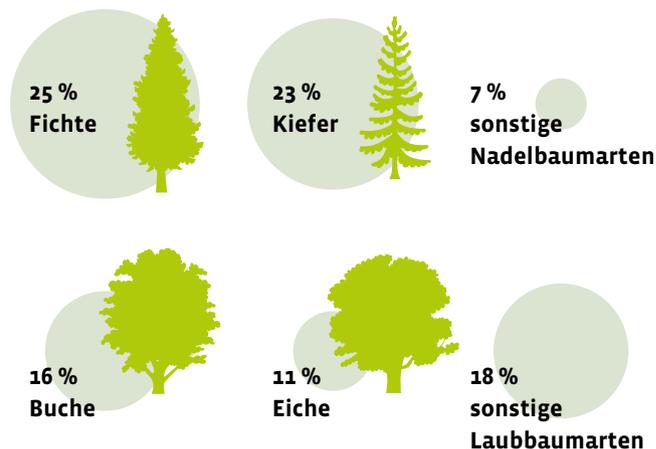
Kaum noch naturnahe Wälder

Die Verteilung der Baumarten in Deutschlands Wäldern entspricht heute nicht mehr der natürlichen Verteilung. Der Anteil der Nadelbäume beträgt ca. 55 Prozent, der Anteil der Laubbäume rund 45 Prozent. Unberührte, vom Menschen unbeeinflusste Urwälder gibt es in Deutschland schon lange nicht mehr. Der Wald in Deutschland wird schon seit Jahrhunderten intensiv genutzt. Ungefähr 95 Prozent des deutschen Waldes werden bewirtschaftet. Fünf Prozent sind weitgehend naturbelassen, werden nicht genutzt und sind besonders geschützt.

Ein Erbe der Vergangenheit

Von Natur aus würden Laubbäume das Erscheinungsbild der Wälder in Deutschland bestimmen. Die ursprünglichen Buchenwälder wurden schon im Mittelalter gerodet, um Acker- und Weideflächen zu schaffen. Zusätzlich schwanden die Wälder durch den riesigen Brennholzbedarf für Holzkohle, Bauholz, Schiffsbau, Erzverarbeitung und nachfolgend für Kohlegruben und andere Industriebereiche („Hölzernes Zeitalter“). Später wurden überwiegend Nadelhölzer angepflanzt. So kehrte sich das ursprüngliche Verhältnis von 70 Prozent Laubbäume und 30 Prozent Nadelbäume um.

Die häufigsten Baumarten im deutschen Wald (Zahlen gerundet)



Wald ist nicht gleich Wald

In Deutschlands Wäldern wachsen 51 Baumarten, rund 90 Prozent der Waldfläche nehmen dabei elf Baumarten ein (nachfolgend aufgeführt nach ihrer Häufigkeit).

- Gemeine* Fichte (*Picea abies*)
- Waldkiefer (*Pinus sylvestris*)
- Rotbuche (*Fagus sylvatica*)
- Stieleiche (*Quercus robur*), Traubeneiche (*Quercus petraea*)
- Gemeine Birke (*Betula pendula*)
- Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*)
- Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)
- Europäische Lärche (*Larix decidua*)
- Gewöhnliche Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)
- Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)

Die übrigen 40 Baumarten teilen sich die restlichen 10 Prozent der Waldfläche. Trotz der geringen Flächenverbreitung dieser Baumarten sind sie wichtig für die Vielfalt und Stabilität der Wälder. Noch immer gibt es in Deutschland ausgedehnte Nadelbaum-Monokulturen. In den letzten 20 Jahren wurde aber darauf geachtet, bei Neupflanzungen möglichst artenreiche Mischwälder anzulegen. Seither haben die Mischbestände in Deutschlands Wäldern deutlich an Fläche gewonnen, Fichten- und Kiefernreinbestände an Fläche verloren.

* gemein = gewöhnlich



Die Baumpflanzerinnen

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden mehr als zehn Prozent der deutschen Waldfläche kahlgeschlagen. Dies geschah als Wiedergutmachung für die von Deutschland im Ausland verursachten Kriegsschäden. Dazu wurde das Holz auch für den Wiederaufbau von zerstörten Häusern, Städten und Dörfern benötigt. Damals forsteten Frauen Hunderttausende Hektar Wald wieder auf, meist mit Fichten und Kiefern, zum Teil auch mit Buchen und Eichen. Zur Erinnerung und zu Ehren dieser Frauen wurde auf der 50-Pfennig-Münze der alten Bundesrepublik das Symbol der baumpflanzenden Frau abgebildet. Der deutsche Wald, so wie er heute steht, wurde meist von Frauenhand gepflanzt.

Wem gehört der Wald?

- 48 % privat
- 29 % Länder
- 19 % Städte und Kommunen
- 4 % Bund

Waldanteil in den Bundesländern in Prozent (2019)



Was der Wald leistet

Naturnahe Wälder sind komplexe und besondere Ökosysteme. Wälder erfüllen sowohl für die Natur als auch für den Menschen wichtige Funktionen. Diese vielfältigen Funktionen des Waldes gliedern sich im Wesentlichen in drei Bereiche: Schutz, Nutzen und Erholung.

Die Schutzfunktion

Wälder bieten Lebensraum, Nahrung und Schutz für waldtypische Pflanzen, Tiere, Pilze und Kleinlebewesen. Es gibt fast 3.000 Pflanzenarten, 140 Wildtierarten, 6.500 Insektenarten und ca. 6.300 Pilzarten in Deutschlands Wäldern.

Wälder schützen ihre Umgebung vor Lawinen, Steinschlag und Hochwasser. Mit ihren Wurzeln halten die Bäume den Oberboden fest und schützen damit vor Erosion durch Wasser, Schnee und Wind. Die Bäume bremsen auch den Wind und schützen den Boden vor Verwehung und Austrocknung. Die klimatischen Einflüsse von intakten Waldgebieten sind von großer Bedeutung (Abkühlung durch hohe Verdunstung).

Wälder schützen vor Lärmbelastung und Luftverschmutzung und sorgen für frische Luft. Ein Hektar Wald filtert über Nadeln und Blätter pro Jahr bis zu 60 Tonnen Ruß und Staub aus der Atmosphäre. Ein ausgewachsener Baum produziert so viel Sauerstoff, wie 20 Menschen benötigen. Zusätzlich nimmt der Wald CO₂ auf und speichert den Kohlenstoff in Pflanzen und im Boden.

Wälder sorgen für sauberes Wasser. Der Wald nimmt Niederschläge auf, der Boden speichert den Niederschlag. So wird das Risiko vermindert, dass Hochwasser entstehen. Dazu filtert der Waldboden den Niederschlag. Unter Wald finden sich die saubersten Grundwasserspeicher in Deutschland. Ein Quadratmeter Waldboden speichert bis zu 200 Liter Wasser (= Badewannenfüllung).

Die Nutzfunktion

Der Wald liefert den nachwachsenden und klimafreundlichen Rohstoff Holz*. So ergeben sich Einkommen und Arbeit in den ländlichen Räumen. Fast eine Million Menschen arbeiten in der deutschen Wald- und Forstwirtschaft.

Die Erholungsfunktion

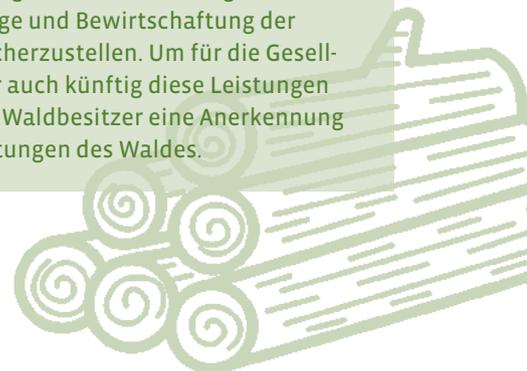
Der Wald dient vielen Menschen, die Erholung und Entspannung suchen. Hier hat man am ehesten das Gefühl, in unberührter Natur zu sein. Das Binnenklima im Wald, die frische Luft und die Ruhe helfen bei der Erholung. Ein Aufenthalt im Wald kann sogar das Immunsystem stärken.



Leistungen des Waldes honorieren

Bisher ist es noch so, dass die Leistungen des Waldes kostenlos sind. Waldbesitzer/innen können nur das Holz monetär verwerten. Alle anderen Leistungen – wie z. B. die Ökosystemleistungen und vor allem die Klimaschutzleistungen des Waldes – werden nicht honoriert. Gleichzeitig wird es für Waldeigentümer schwieriger, die Pflege und Bewirtschaftung der Wälder weiterhin sicherzustellen. Um für die Gesellschaft und die Natur auch künftig diese Leistungen zu erhalten, fordern Waldbesitzer eine Anerkennung der Klimaschutzleistungen des Waldes.

* Eine nachhaltige Wald- und Holzwirtschaft bedeutet, nicht mehr Holz zu ernten, als im Wald gleichzeitig nachwächst.



Kohlenstoffvorräte des Waldes in Deutschland

94 Mio. Tonnen
Kohlenstoff
(41 % in der
Biomasse)

8 %
Äste,
Nadeln

1 %
Totholz

24 %
Stamm

136 Mio. Tonnen
Kohlenstoff
(59 % im Boden)

59 %
Boden

8 %
Wurzeln

Hinweis: Alle Zahlen beruhen auf Schätzwerten.



Klimaschützer Wald

Der Wald ist ein wichtiger Klimaschützer. Bäume entziehen der Atmosphäre Kohlenstoffdioxid (CO₂), indem sie während der Fotosynthese CO₂ aufnehmen. Der im CO₂ enthaltene Kohlenstoff (C) wird dann im Holz der Bäume und im Waldboden gespeichert.

Die Bedeutung von jungen, nachwachsenden Wäldern

Wälder gelten als wichtige Kohlenstoffsinken. Als solche bezeichnet man Ökosysteme, die große Mengen Kohlenstoff binden und so die CO₂-Ansammlung in der Atmosphäre verlangsamen. Diese Senken sind dynamisch, ihre Kapazität kann regional wachsen, aber auch schrumpfen.

Ein internationales Forschungsteam hat untersucht, wie viel CO₂ Waldflächen im Alter von mindestens 140 Jahren zwischen den Jahren 2001 und 2010 aufgenommen haben. Sie verglichen dies mit jüngeren Wäldern, die zum Beispiel auf vorher landwirtschaftlich genutzten oder abgeholzten Flächen nachwachsen.

Junge Wälder nehmen im Vergleich zu älteren Wäldern relativ viel CO₂ auf, weil in diesem Wachstumsstadium die Fotosynthese stärker ist als die Freisetzung von CO₂ durch die Mikroorganismen im Boden. Die Untersuchung ergab, dass die CO₂-Aufnahme der Wälder ab einem bestimmten Alter wieder sinkt und sich so die wichtigen Kohlenstoffsinken verringern. Durch weitere Aufforstung können die Kohlenstoffsinken wieder erhöht werden. Die wirkungsvollste Maßnahme zum Klimaschutz bleibt aber: weniger CO₂ auszustößen.

Quelle: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000100478>

Speicherung von Kohlenstoff

Die Aufnahme von CO₂ und die Speicherung von Kohlenstoff hängen von verschiedenen Faktoren ab und können z. T. sehr unterschiedliche Werte annehmen. Wichtig für die CO₂-Aufnahme der Bäume sind: die Baumart, das Baumalter, die Verfügbarkeit von Licht, Wasser und Nährstoffen sowie die Vitalität (Lebenskraft) der Bäume.

Wald und Klimawandel

Die Auswirkungen des Klimawandels haben Deutschland erreicht. Davon betroffen sind auch die Wälder in Deutschland. Verheerende Stürme, die extrem trockenen Sommer der Jahre 2018 und 2019 und der nachfolgende Befall mit Borkenkäfern haben den Wäldern in Deutschland heftig zugesetzt.

Stürme, Dürre, Käferplage

Durch das extreme Wetter in den letzten Jahren, wurde die Widerstandskraft der Bäume geschwächt. Vor allem die Fichten, aber zunehmend auch Buchen, Eichen und andere Baumarten, leiden unter der Trockenheit und der Hitze. Schädlinge wie die Borkenkäfer konnten sich massenhaft vermehren, viele Bäume sind dem Befall durch verschiedene Borkenkäferarten nicht mehr gewachsen.



Infografik
Dürre

Großer Schaden, hohe Kosten

Fast 300.000 Hektar Wald wurden seit 2018 durch die Borkenkäfer zerstört. Dies ist eine Fläche, größer als das Saarland. Für viele Waldbesitzer, v. a. die Privatbesitzer mit kleinen Waldflächen, ist das eine Katastrophe. Bleiben die Bäume im Wald liegen, werden weitere Bäume befallen. Die enormen Mengen an Schadholz aus dem Wald zu schaffen, könnte nach Schätzungen über 2 Milliarden Euro kosten. Die zerstörten Waldflächen sollen wieder aufgeforstet werden. Das ist allerdings auch sehr teuer. Die Aufforstung eines Hektars kostet 15.000–20.000* Euro. Nach Schätzungen von Forstexperten müssten rund 300 Millionen Bäume nachgepflanzt werden. Das wird um die 650 Millionen Euro kosten.

* Zur Aufforstung müssen immer 2 bis 5 Jahre Pflege inkl. Nachbesserung gerechnet werden. Erst dann kann die Fläche als verjüngt gelten.



Von Borkenkäfern zerstörter
Fichtenwald (Brandenburg)

Ursachen für Schadholz (2020)



4 %
Trockenheit



13 %
Wind und Sturm

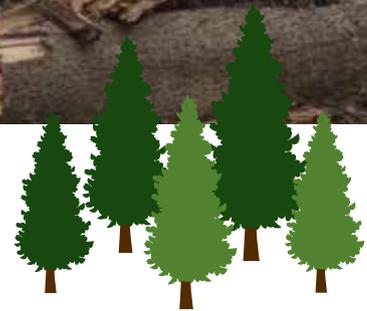


54 %
Schädlinge

25 % regulärer Einschlag
4 % sonstige Ursachen



Sturmschäden in einer Fichtenschonung im Stadtwald Lemgo (2018)



Geld für die Waldpflege

Fördergelder sollen Waldbesitzern helfen, tote Bäume aus dem Wald zu schaffen und neue Bäume zu pflanzen. Viele Waldbesitzer fordern aber, dass nicht nur kurzfristige Zuschüsse ausgezahlt werden, sondern dass über eine jährliche staatliche Flächenprämie eine Vergütung erfolgt. Waldbesitzer sollten daher Gelder für die Pflege des Waldes bekommen.

Problembaum Fichte

In der Vergangenheit wurden vornehmlich Fichten angepflanzt. Überall entstanden schnell wachsende Monokulturen. Fichten können nach 80 bis 100 Jahren geerntet werden und bringen somit schneller Ertrag als die langsamer wachsenden Buchen, Eichen und Tannen. Die Fichte gilt als der „Geldbaum“ bzw. als der „Brotbaum“ der Waldbesitzer. Das Problem dabei: Fichten bilden keine tiefen Wurzeln. Bei Stürmen können sie umknicken oder sie werden mitsamt dem Wurzelstiel aus der Erde gerissen. Auch die trockenen Sommer setzen ihnen sehr zu. Weil sie Flachwurzler sind, leiden sie stark unter Trockenheit und Hitze. Die Bäume sind dem Befall durch Borkenkäfer nicht mehr gewachsen und sterben großflächig ab, insbesondere auf den Standorten im Flachland.

Quellen: Bundeswaldinventur, BMEL, Deutscher Forstverein e. V., Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Wald und Klimawandel

Borkenkäfer sind eine artenreiche Gruppe, von denen sich viele Arten unter der Borke oder im Holz von Bäumen in selbst gebohrten Gängen fortpflanzen. In Deutschland gibt es über einhundert Borkenkäferarten.



Rindenschäden
durch Borkenkäfer



Größte Borkenkäferplage seit über 70 Jahren (TU Dresden)

Buchdrucker und Kupferstecher

Nahezu jede Baumart des Waldes hat ihre eigene Borkenkäferart. Diese finden nur in vorgeschädigten und absterbenden Bäumen günstige Entwicklungsbedingungen. In Deutschland haben sich die Borkenkäfer in den Jahren 2018 und 2019 so stark vermehrt wie seit Jahrzehnten nicht. Gefährlich ist besonders der Buchdrucker, der Fichtenwälder großflächig zum Absterben bringen kann. Larven und Jungkäfer durchtrennen die Leitungsbahnen des Baumes. So werden die Baumwurzeln nicht mehr richtig versorgt, bei starkem Befall wird auch der Wassertransport in die Krone so stark gestört, dass der Baum abstirbt.



Buchdrucker (*Ips typographus*). Diese Borkenkäferart befallt vor allem Fichten, aber auch andere Nadelbaumarten.



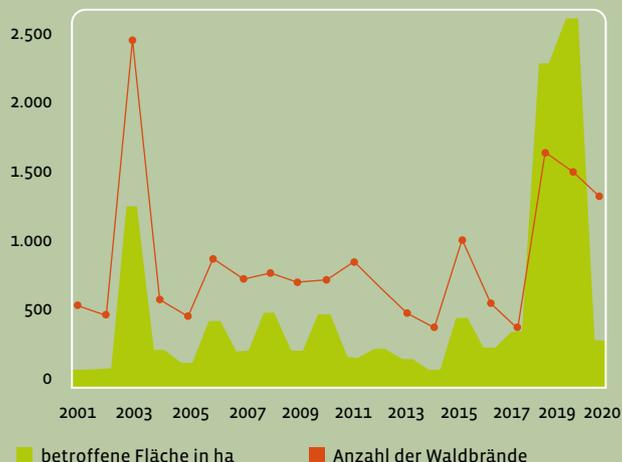
Die Bezeichnung Buchdrucker stammt von den Larvengängen des Käfers, die alten Buchdrucklettern ähneln.



Waldbrand bei Jüterbog (Brandenburg) im Juni 2019

Entwicklung der Waldbrände

Anzahl bzw. ha



Dürre

Bäume können an Wasserreservoirs tief unter der Erde gelangen. Doch die Wasservorräte werden immer weniger. Untersuchungen zeigen, dass vor allem tief im Erdboden das Wasser fehlt: je weiter unten, desto trockener. Der Boden ist mittlerweile tiefgründig ausgetrocknet. Zum Auffüllen der Vorräte an Bodenwasser braucht es je nach Standort Monate oder sogar Jahre.

Waldbrandgefahr

In den letzten Jahren ist es vor allem im Osten Deutschlands zu ausgedehnten Waldbränden gekommen. Waldbrände entstehen meist durch menschliches Handeln (Brandstiftung, Fahrlässigkeit, Entzündung alter Munitionsreste) und viel seltener auf natürliche Weise, zum Beispiel durch Blitzschlag. Monokulturen von Nadelbäumen, vor allem Waldkiefern, brennen häufiger und schneller als naturnahe Laubwälder. Die extreme sommerliche Dürre, die wohl mit dem Klimawandel zunehmen wird, schwächt nicht nur die Bäume, sondern begünstigt auch den Ausbruch von Bränden.

unbekannte Ursachen



Fahrlässigkeit

Blitzschlag

andere Ursachen

Brandstiftung

Ø
901 Brände
pro Jahr
2001–2020

Quelle: BLE (2021), Grafik: FNR/setz.it



Dürreboden Monitor



Gefahr Waldbrand: Ein Zeichen des Klimawandels?

Waldumbau

Der Klimawandel erzwingt einen Umbau des Waldes. Damit der Wald in Zukunft funktionsfähig bleibt, müssen sich die Wälder den Klimabedingungen anpassen. Um die Natur zu unterstützen, werden die Wälder in Deutschland seit vielen Jahren mit verschiedenen Baumarten umgebaut.

Waldumbau bisher

Schon vor 30 Jahren haben viele Waldbesitzer mit dem Waldumbau begonnen. Die Flächen mit Fichtenbestand verringerten sich seither, die Flächen mit Laubbaumarten nahmen zu. Auslöser für diesen Waldumbau waren vor allem die großen Windwurfschäden durch die Orkane „Vivian“ und „Wiebke“ (1990) und die Borkenkäferschäden nach dem Dürresommer 2003. Die Notwendigkeit für den Waldumbau in Deutschland ist weiterhin hoch. Rund 24 Prozent der deutschen Waldfläche weisen keine Mischbaumarten bzw. einen Mischbaumanteil von unter 10 Prozent auf. Bei den Kiefernwäldern findet man noch zu 43 Prozent Reinbestände, bei den Fichtenwäldern noch zu rund 30 Prozent.

Waldumbau für die Zukunft

Durch den weiteren langfristigen Waldumbau sollen stabile und anpassungsfähige Wälder entstehen. Weil Bäume so langsam wachsen, ist der Umbau der Wälder eine Generationenaufgabe. Was heute gepflanzt wird, können erst die Urenkel in 100 bis 200 Jahren ernten. Bisher setzten viele Waldbesitzer auf Fichte oder Kiefer, die vielseitig verwendet werden können. Die Fichte wird aber an vielen Standorten zu den Verlierern des Klimawandels zählen. Da sich das Klima schneller ändert, als die Wälder sich aus eigener Kraft anpassen können, kommt dem Waldumbau, hin zu stabileren Mischwäldern, eine besondere Bedeutung zu.



Waldarbeiter bereitet Pflanzung von Jungbäumen vor.



Waldumbau: Pflanzung, Aussaat, Naturverjüngung

1. KÜNSTLICHE VERJÜNGUNG DURCH PFLANZUNG: Diese Methode wird überall dort angewendet, wo die Naturverjüngung nicht möglich ist. Dies kann der Fall sein, wenn keine geeigneten Samenbäume in ausreichender Nähe vorhanden sind oder übermäßige Konkurrenzvegetation, z. B. Brombeere, eine Naturverjüngung verhindert. Für eine Pflanzung werden die Bäumchen in einer Waldbaumschule vorgezogen. Es besteht die Gefahr, dass die Setzlinge bei der Aussaat einen sogenannten Wurzelschock erleiden. Die Kosten können 15.000–20.000 Euro/ha betragen.

2. KÜNSTLICHE VERJÜNGUNG DURCH SAAT: Die Aussaat erfolgt durch Hand oder z. B. mithilfe einer pferdegezogenen Sämaschine. Die Kosten betragen ca. 500–1.000 Euro/ha. In Deutschland gibt es spezielle Flächen im Wald, die für die Erzeugung von Saatgut zugelassen sind. Die reifen Samen der Laubbäume werden per Hand aufgelesen oder mit Netzen aufgefangen. Bei Nadelbäumen klettern meist Zapfenflücker hoch hinauf, um die Zapfen zu ernten.

NATURVERJÜNGUNG: Sie erfolgt durch herabgefallene oder angeflogene Samen von umstehenden Bäumen oder durch vegetative Vermehrung (z. B. durch Stockausschlag). Sie ist standortangepasst und zeigt oft eine hohe Pflanzendichte. Naturverjüngte Pflanzen haben eine ungestörte Wurzelentwicklung und zeigen eine gute Vitalität. Der Nachteil: Wo im Wald bisher nur Fichte wächst, ist es möglich, dass auch die Naturverjüngung nur Fichte hervorbringt. Ein Umbau zum Mischwald wäre somit erschwert. Bei der Naturverjüngung fallen keine oder kaum Kosten an.



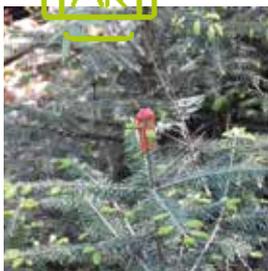
Buchenjungwuchs (*Fagus sylvatica*) unter Fichten



Ein Drahtzaun schützt den Buchenjungwuchs vor dem Verbiss durch Wildtiere.

Schutz des Nachwuchses

Der Schutz der jungen Bäume ist beim Waldumbau besonders wichtig. Wo es zu viel Wild (v. a. Rehwild, z. T. auch Rot- bzw. Damwild) gibt, ist die Gefahr groß, dass die jungen Bäume angeknabbert oder ganz gefressen werden. In der Folge kann eine Verjüngung komplett ausfallen. Wildschutzzäune eignen sich besonders für flächige junge Forstkulturen. Diese Lösung ist wirksam und kostet relativ wenig. Die umzäunte Fläche sollte nicht größer als zwei Hektar sein. Bei geringer Pflanzenzahl und auf kleinen Flächen lohnt es sich auch, einzelne Pflanzen zu schützen. Dafür bieten sich Einzelschutzmittel an: unbehandelte Schafwolle, Schutzklemmen aus Kunststoff oder Holz oder Hüllen aus Draht oder Kunststoff. Ein Waldumbau kann ohne eine Anpassung der Jagdstrategie (ökologische Jagd) meist nicht gelingen.



Verbisschutz für junge Weißtannen



Wuchshüllen für junge Eichen

Waldumbau

Wälder mit Baumarten, die Dürre- und Sturmereignissen besser widerstehen, können einen wichtigen Beitrag zum Waldumbau leisten. Der Waldumbau wird oft auch als „Renovierungsmaßnahme“ bezeichnet, bei der bestehende Wälder sukzessive in klimastabile Wälder umgewandelt werden.

Starke einheimische Arten

Es gibt in Deutschland einheimische Arten, die besser mit der Trockenheit zurechtkommen als z. B. die Fichte. Es sind Baumarten, die gefördert werden sollten, falls es der jeweilige Standort zulässt. Buche, Eiche und Tanne sind die Hauptbaumarten für den Waldumbau. Dazu kommen Spitzahorn, Feldahorn, Vogelkirsche, Elsbeere und Speierling. Diese Arten können dazu beitragen, in Verbindung mit Buchen, Eichen und Tannen, stabile Mischwälder zu bilden, die den Gefahren des Klimawandels trotzen können.

Neue Baumarten für den Wald?

Forschende untersuchen, ob auch Baumarten aus anderen Regionen der Welt geeignet sind, um stabile Mischwälder und die heimische Holzversorgung zu sichern. Auf einigen Versuchsflächen in Deutschland werden mittlerweile fremde Nadel- und Laubbaumarten in Mischung mit einheimischen Arten angebaut, z. B. Atlaszeder, Libanonzeder, Araukarie, Westliche Hemlocktanne, Baumhasel, Edelkastanie, Orientbuche und Sichelanne.

Nicht ohne Risiko

Viele dieser Baumarten kommen insbesondere mit Trockenheit besser zurecht, als unsere heimischen Baumarten. Aber es gibt Risiken: Die Edelkastanie zum Beispiel, im Mittelmeerraum weit verbreitet, übersteht längere Trockenperioden, ist aber sehr empfindlich gegen Spätfrost. Die Robinie, aus Nordamerika stammend, könnte auf lange Sicht eine Bedrohung für hiesige Naturräume darstellen, da sie sich stark ausbreitet und einheimische Arten verdrängt. Die Douglasie, die am weitesten verbreitete nicht einheimische Baumart unserer Wälder, ist besser an sommerliche Trockenheit und Hitze angepasst als die Fichte. Ihr Holz ist am Holzmarkt sehr gefragt. Die Douglasie entzieht aber dem Boden große Nährstoffmengen und kann dadurch das Wachstum anderer Arten beeinträchtigen.

Schülerinnen und Schüler sowie Freiwillige unterstützen eine Pflanzaktion im Nationalpark Harz. Es wurden Rotbuchen auf eine durch Sturm und Borkenkäfer beeinträchtigte Fläche gepflanzt. Die Pflanzaktion dient zur Unterstützung der Rückkehr der ursprünglichen Laubwälder im Nationalpark.



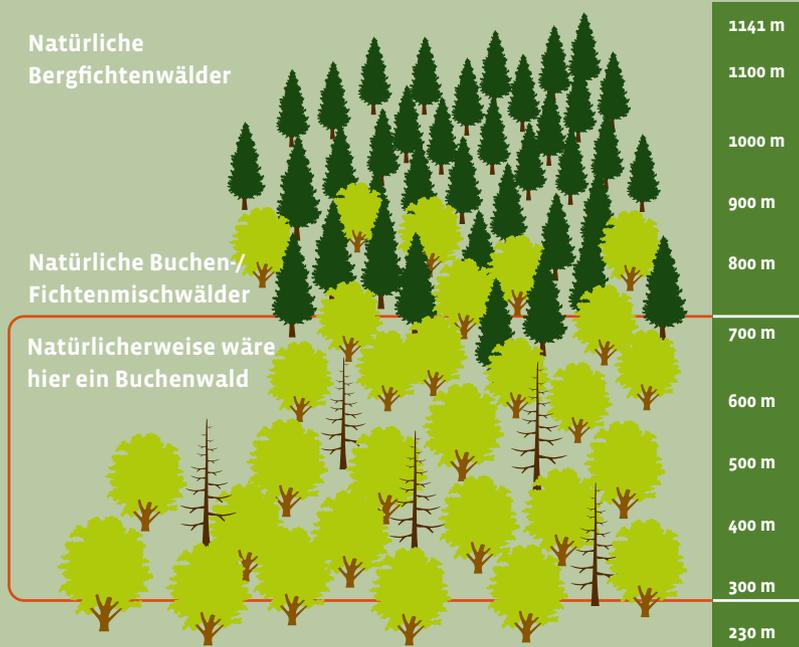
Starthilfe für die Rückkehr der heimischen Laubwälder: Mitarbeiter des Nationalparks Harz bereiten die Pflanzung von jungen Buchen unter abgestorbenen Altfichten vor.



Natürliche
Bergfichtenwälder

Natürliche Buchen/
Fichtenmischwälder

Natürlicherweise wäre
hier ein Buchenwald



Typisches Höhenprofil im Nationalpark Harz

In tieferen und mittleren Lagen waren einst ausgedehnte Laubwälder heimisch. Sie wurden durch angepflanzte Fichten ersetzt. Diese Fichten sterben nun großflächig ab. Da Samenbäume fehlen, werden in Pflanzaktionen Laubbäume, v. a. Rotbuchen, eingesetzt. Dies erfolgt in Abhängigkeit von der Höhenlage nur in der Naturentwicklungszone des Nationalparks. Sie nimmt aktuell noch rund 28 Prozent der Schutzgebietsfläche ein. In den Hochlagen ab etwa 750 Meter ist die Fichte von Natur aus heimisch. Hier werden keine Laubholzpflanzungen durchgeführt. Die Natur führt selbst Regie. Zahlreiche junge Fichten wachsen bereits aus eigener Kraft nach.

Quelle: Mandy Gebara/NP Harz, Grafik: setz.it

Auswirkungen auf das Ökosystem

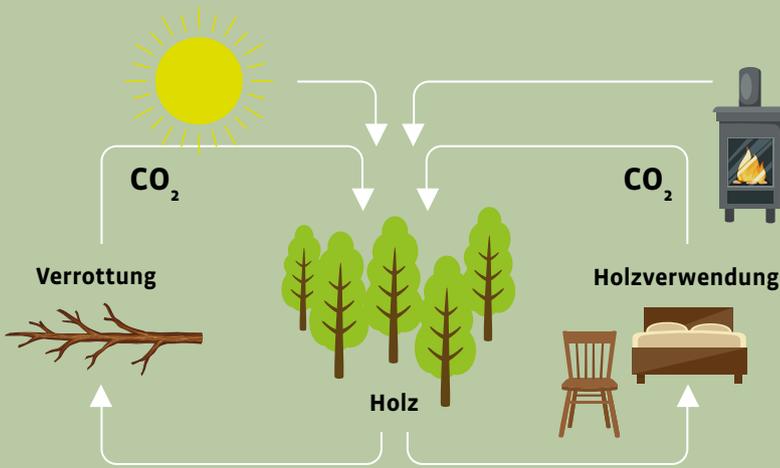
Naturschützer lehnen eine zu umfangreiche Beteiligung gebietsfremder Baumarten am Wald der Zukunft ab. Das Risiko, dass sie die hiesige Tier- und Pflanzenwelt beeinträchtigen, sollte nicht unterschätzt werden. Bisher weiß niemand, wie sich fremde Arten langfristig auf das gesamte Ökosystem der Wälder auswirken werden. Heimische Borkenkäfer- oder Pilzarten könnten zudem die importierten Bäume erheblich schädigen. Die nordamerikanische Weymouthskiefer beispielsweise, im 19. Jahrhundert in Europa angepflanzt, wurde von einer bis dahin harmlosen Rostpilzart befallen und ist danach weitgehend aus Deutschlands Wäldern verschwunden.



Holznutzung

Bäume entziehen bei der Fotosynthese der Atmosphäre Kohlenstoffdioxid (CO₂) und bilden aus dem Kohlenstoff (C) ihre Biomasse. Der Kohlenstoff wird so im Holz der Bäume gespeichert und der Wald damit zur CO₂-Senke*.

Klimaschützer Energieholz Kohlenstoffkreislauf von Holz*



Klimaschützer Holz

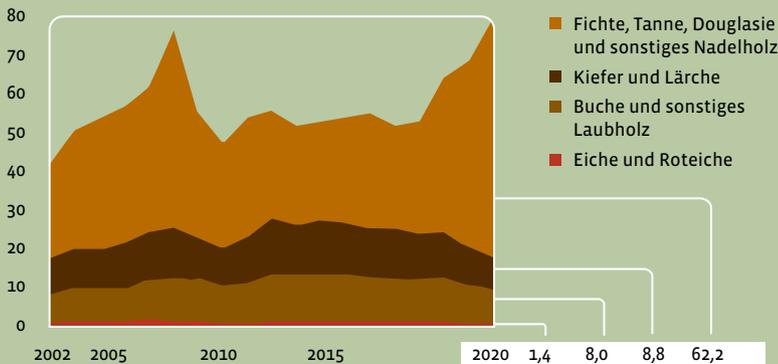
Holz besteht zu rund 50 Prozent aus Kohlenstoff. Verbleiben abgestorbene Bäume im Wald, so wird ihr Holz von Mikroorganismen zersetzt und der im Holz gebundene Kohlenstoff wird im Waldboden gespeichert und zum größten Teil wieder als CO₂ an die Atmosphäre abgegeben. Durch Holznutzung wird diese Bilanz verbessert, denn Kohlenstoff, der im Holz gespeichert ist, gelangt durch die Verwendung von langlebigen Holzprodukten zunächst nicht wieder in die Atmosphäre.

Holzeinschlag in Deutschland

Im Jahr 2020 erreichte der Holzeinschlag in Deutschland einen Rekordwert von 80,4 Millionen Kubikmetern. Seit 30 Jahren war der Holzeinschlag eines Jahres noch nie so hoch. Dies ist eine Folge des hohen Anteils von 71 Prozent Schadholz aufgrund von Waldschäden durch Trockenheit, Hitze und Borkenkäferbefall. Fast 90 Prozent des Schadholzes, das aus dem Wald geholt wurde, ist Nadelholz, vor allem Fichten, die vom Borkenkäfer befallen wurden.

Holzeinschlag nach Baumarten in Deutschland

in Mio. Kubikmeter



Einschlagursachen 2020

in Prozent



Quelle: Statistisches Bundesamt, Grafik: istock/setz it.

Wichtige Nutzungen von Holz



Baumaterial



Verpackungsmaterial



Möbelherstellung



Papierherstellung



Chemiegrundstoff



Heizmaterial

* CO₂-Senken sind Ökosysteme, die CO₂ dauerhaft aufnehmen bzw. speichern (als Kohlenstoffverbindungen). Jedes Ökosystem, das mehr CO₂ aufnimmt, als es abgibt, wird als CO₂-Senke bezeichnet (z. B. Moore, Böden, Wälder und Meere). Im Fall von Holzprodukten spricht man nicht von Kohlenstoffsinken, sondern von Kohlenstoffspeichern.



Wertvoller Rohstoff

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff mit vielen positiven Eigenschaften. Holz ist flexibel einsetzbar, langlebig, dazu sehr stabil und gleichzeitig elastisch. Die Holzernte und die Weiterverarbeitung benötigen im Vergleich zu anderen Rohstoffen wenig Energie. Bei der Wiederverwertung und Entsorgung fallen kaum nicht verwertbare Abfallprodukte an.

Nachhaltige Stoffnutzung

Die Einsatzbereiche von Holz und Holzprodukten sind vielseitig. Bei der Holzverwendung, z. B. für den Bau von Gebäuden oder die Herstellung von Möbeln, bleibt der Kohlenstoff in den Produkten gebunden (Holzspeicher). Holz und Holzprodukte können andere Materialien ersetzen, wie z. B. Stahl, Aluminium und Kunststoffe, die bei ihrer Herstellung viel Energie benötigen. Dies wird als Substitutionseffekt bezeichnet. Zusätzlich zu diesem Speichereffekt werden durch die energetische Holznutzung fossile Energieträger wie Öl, Gas oder Kohle eingespart (und damit CO₂-Emissionen).

Verwendung von Waldholz (Derbholz*)



*Holz mit einem Mindestdurchmesser von 7 cm. Rinde und Waldrestholz sind nicht enthalten.

Quelle: Mantau (2018), Grafik: istock/setz.it.

Vier Bereiche

Wald und Holz haben eine große Bedeutung für das Erreichen der Klimaschutzziele in Deutschland. Im Hinblick auf den Klimaschutz lassen sich dabei vier Bereiche unterscheiden:

1. CO₂-Senke Wald (CO₂-Aufnahme durch Fotosynthese)
2. CO₂-Speicher Holzprodukte (Baustoffe, Möbel etc.)
3. CO₂-Einsparung durch stoffliche Nutzung (Substitution)
4. CO₂-neutrale Nutzung von Holz zur Erzeugung von Wärme (Heizen)



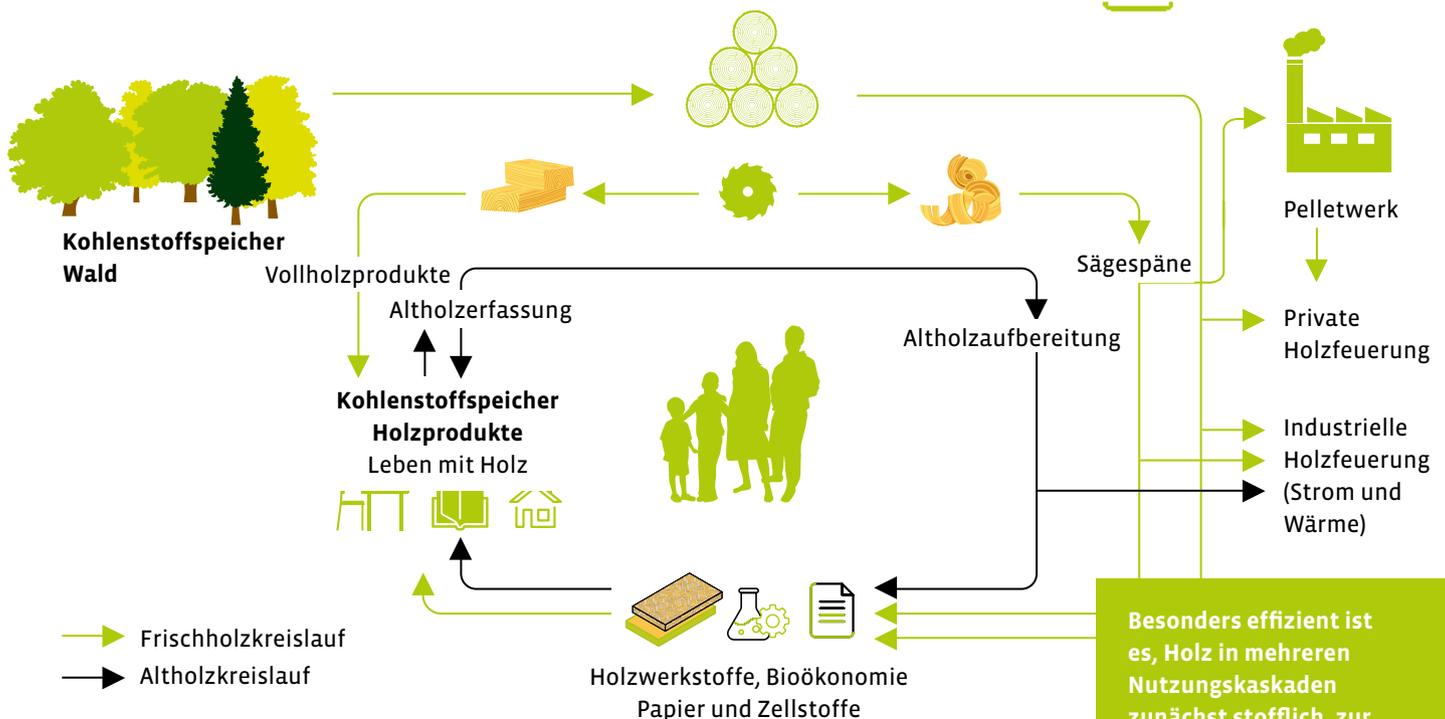
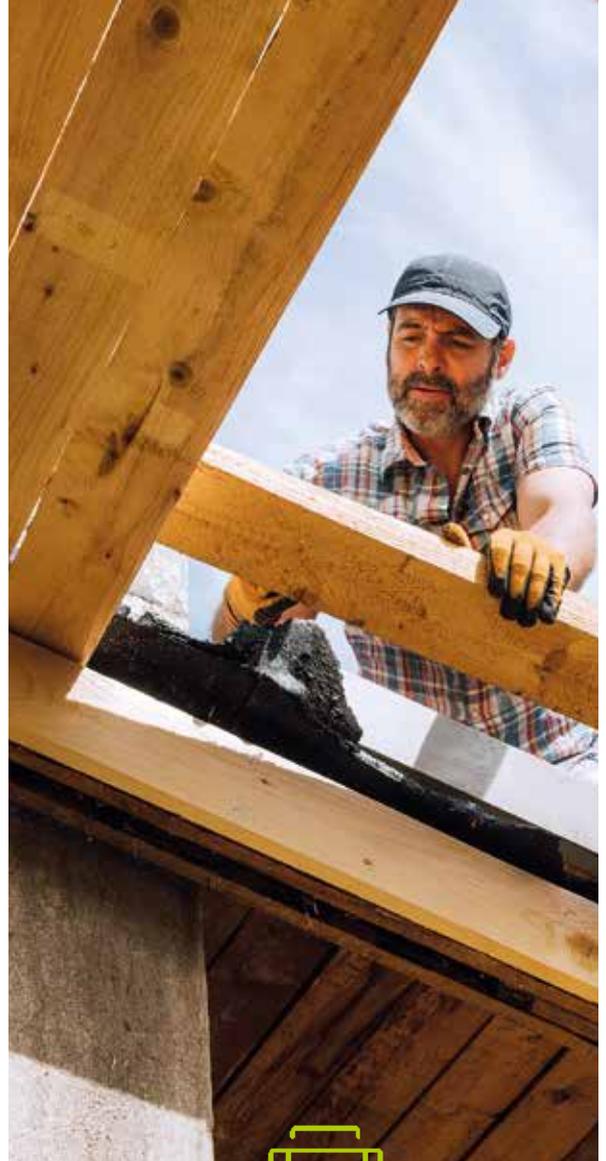
Kaskadennutzung

Weltweit werden neue Konzepte diskutiert, um die nachwachsende, aber auch begrenzte Ressource Holz industriell verantwortungsbewusster und effizienter zu nutzen.

Als Kaskadennutzung bzw. Mehrfachnutzung wird die Nutzung eines Rohstoffs über mehrere Stufen bezeichnet. Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte werden so lange wie möglich genutzt (Stichwort: keine Verschwendung!). Ebenso wichtig ist der Aspekt des Recyclings bzw. der Kreislaufwirtschaft. Holz eignet sich hervorragend zur Wiederverwendung. So kann ein Holzbalken eines abgerissenen Hauses für einen Neubau wiederverwendet werden.

Mehrfachnutzung von Holz

Holz wird zuerst als Vollholzprodukt wie z. B. als Baumaterial, für Fenster, Türen oder Möbel genutzt (primäre Nutzung). Nach der Nutzung können diese Vollholzprodukte zu Holzwerkstoffen wie z. B. Spanplatten verarbeitet werden (sekundäre Nutzung). Am Ende dienen diese in Form von Hackschnitzeln oder Pellets zur Wärme- oder Energieerzeugung (Endnutzung). So wird der Kohlenstoff für lange Zeit gespeichert und es werden CO₂-Emissionen eingespart. Es fällt so gut wie kein Abfall an, der entsorgt werden müsste. Wichtig dabei ist allerdings, dass Holz, das verbrannt werden soll, nicht chemisch behandelt wurde (Imprägnierung).



Besonders effizient ist es, Holz in mehreren Nutzungskaskaden zunächst stofflich, zur Herstellung von Produkten, und erst anschließend energetisch zu nutzen.

Quelle: Strohmeier (VHI), Meinschmidt (WKI), Lüdtko (Thünen-Institut), Grafik: istock/setz it.

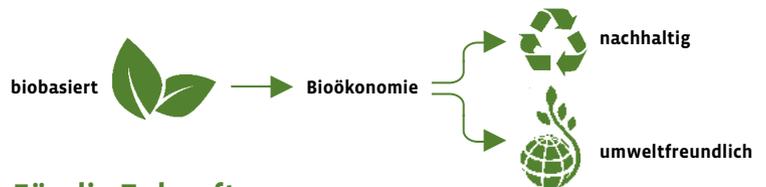


Bioökonomie

Eine Wirtschaft, die Naturstoffe aus Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sowie biologische Abfall- und Reststoffe nutzt, nennt man Bioökonomie. Die Holznutzung ist Teil dieses biobasierten Wirtschaftens.

Neue Perspektiven

Bioökonomie soll den Wandel zu einer auf erneuerbaren und nachwachsenden Rohstoffen basierten Wirtschaft vorantreiben. Innovative Technologien sind entscheidend, um diesen Wandel voranzubringen. Um daraus alltagsfähige Produkte hervorzubringen, wird mit Hightech-Werkzeugen geforscht und gearbeitet. Neue Entwicklungen aus der Molekularbiologie, dem Maschinenbau, der Informatik, der Biotechnologie und der Chemie liefern dafür die Basis.



Für die Zukunft

Die Herstellung herkömmlicher Geräte aus Kunststoff verursacht durch die Nutzung von Erdöl klimaschädliche Emissionen. Biobasierte Produkte dagegen können Natur, Umwelt und Klima schonen. Sie schaffen mehr Unabhängigkeit vom Erdöl und von problematischen Werkstoffen wie z. B. Aluminium, Stahl oder Kunststoffen (Plastik). Insbesondere die Nutzung von Holz kann dabei helfen, innovative Produkte herzustellen. Die Idealvorstellung ist es, dass der Wandel von einer erdölbasierten hin zu einer biobasierten Industrie in naher Zukunft Chancen für ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum bietet und neue Arbeitsplätze schafft. Ziel ist es, auf intelligente Weise Ökonomie und Ökologie miteinander zu verbinden.

Aus Natur gemacht

Von außen sieht man keinen Unterschied, doch genau das Äußere wird gerade neu entdeckt: Das Gehäuse der „Eco-Maus“ besteht aus den Naturstoffen Lignin und Cellulose-Acetat. Lignin ist der Stoff, der das Grundgerüst von Holz bildet, Cellulose-Acetat wird aus Cellulose (ein Holzbestandteil) und Essigsäure hergestellt. Auch das Gehäuse von Computertastaturen, Spielekonsolen oder Kopfhörern kann mittlerweile aus diesen Stoffen hergestellt werden. Die Geräte sehen aus wie die herkömmlichen Modelle aus Erdölplastik und verfügen auch über die gleichen Funktionen. In Zukunft könnten die Rohstoffe für viele IT-Geräte im nahe gelegenen Wald wachsen.



Weitere innovative Produkte

Weitere bekannte Beispiele aus der Bioökonomie sind Autoreifen aus Löwenzahn, Kunstleder aus Apfelschalen, Matratzen aus Sonnenblumenöl, Surfboards aus Algen, Fahrräder mit Hightech-Holzrahmen, Essgeschirr aus Bambus, Ledergerbung mit Olivenblättern, Kleidung aus Kaffeesatz oder Turnschuhe aus Spinnenseide.



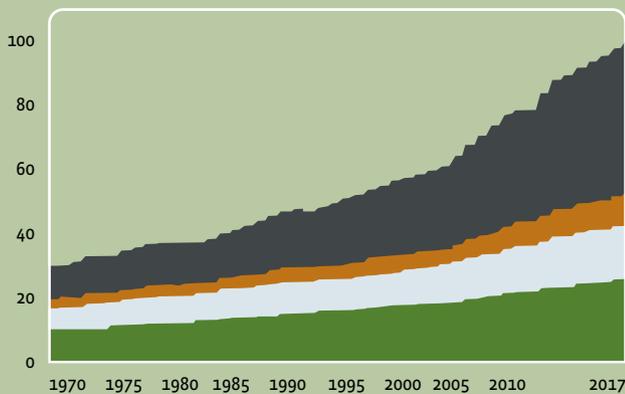
Bauen mit Holz

Beton, Stahl, Aluminium, Gips, Ziegel und Klinker sind die wichtigsten Werkstoffe für das moderne Bauen. Das ist für die Umwelt wegen der energieintensiven Herstellung problematisch. Hinzu kommt: Diese Baumaterialien sind nicht erneuerbar.

Bauen schadet dem Klima

Der Bausektor gehört zu den rohstoffintensivsten Wirtschaftsbereichen. Das Bauen mit Beton ist einer der größten „Klimasünder“. Weltweit entstehen allein bei der Herstellung von Zement etwa acht Prozent der globalen CO₂-Emissionen. Es ist daher wichtig, dass auch im Bauwesen ein Bewusstsein für den schonenden Umgang mit Ressourcen und Energie entwickelt wird.

Globaler Ressourcenverbrauch in Mrd. Tonnen



Quelle: Global Resources Outlook (2017), UN-Umweltprogramm, Grafik: setz it.

- Fossile Energieträger: Erdöl, Erdgas, Kohle
- Baumineralien: Sand, Kies, Kalkstein, Ton, u. a. zur Herstellung von Zement und Beton
- Metalle: Eisenerz, u. a. zur Herstellung von Stahl, Aluminium, Kupfer
- Biomasse: z. B. Holz, Nahrungsmittel, Futtermittel

Gute Alternative

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes und des Klimaschutzes ist Holz als Ausgangsstoff für das Bauen eine gute Alternative zu den mineralischen Baustoffen. Der nachwachsende Rohstoff Holz weist eine Reihe attraktiver Eigenschaften auf:

- Holz ist leicht zu bearbeiten.
- Holz hat eine hohe Festigkeit bei geringem Gewicht.
- Holz besitzt gute Isolierfähigkeit gegen Wärme und Kälte.
- Holz hat eine hohe Biegefestigkeit.
- Holz hat vergleichsweise geringe Kosten bei der Gewinnung und Bereitstellung.

Im Verhältnis zu seinem Gewicht trägt Holz 14-mal so viel wie Stahl und ist genauso druckfest wie Stahlbeton. Holz besitzt eine deutlich bessere Wärmedämmwirkung als Stein. Eine Wand aus 6,5 Zentimeter Nadelholz hat die gleiche Dämmwirkung wie 40 cm Mauerwerk.

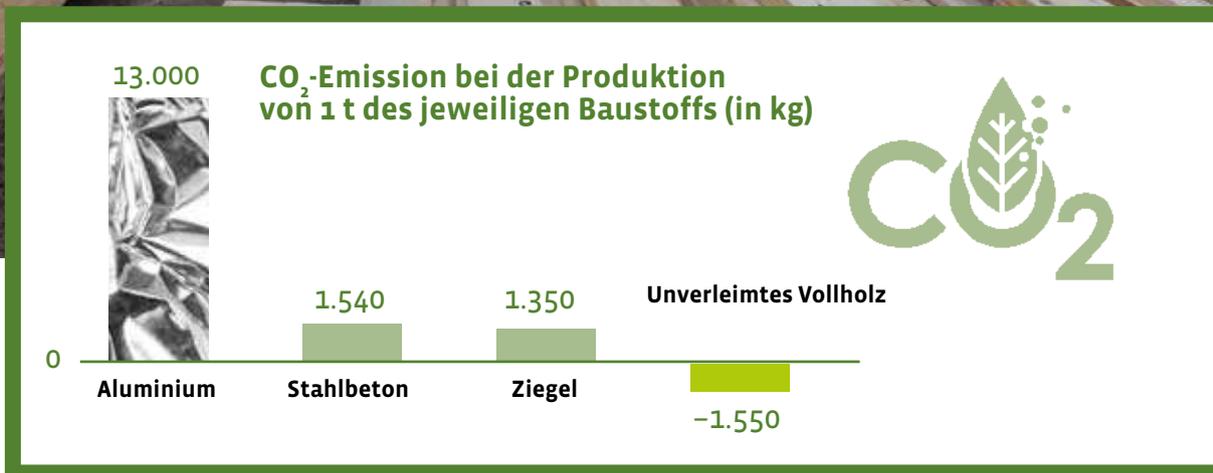
Kaum Brandgefahr

Holz hat Eigenschaften, die sich im Brandfall günstig auswirken: Verbrennt eine Holzschicht, entsteht dadurch eine oberflächliche Verkohlung des Holzes. Diese Kohleschicht schützt das Holz, dadurch bleibt es stabil. Das Brandverhalten von Bauteilen wird durch die Feuerwiderstandsdauer klassifiziert, z. B. F30 = feuerhemmend oder F60 = hochfeuerhemmend. Moderne Holzhäuser erfüllen diese Brandschutzvorschrift problemlos und erreichen in der Regel die Feuerwiderstandsklasse F30 oder sogar F60.

Modernes Bauen mit Stahlbeton: praktisch, aber wenig klima- und umweltfreundlich



Bei der Herstellung von Gebäuden aus Holz wird im Vergleich zu Stahl, Beton, Aluminium und Ziegeln viel weniger Energie verbraucht. Der Baustoff Holz ist zudem ein CO₂-Speicher und mehrfach wiederverwendbar (Kaskadennutzung).



Quelle: Ökologischer Baustoffkatalog, Institut für Baubiologie (Wien), Grafik: setz it.

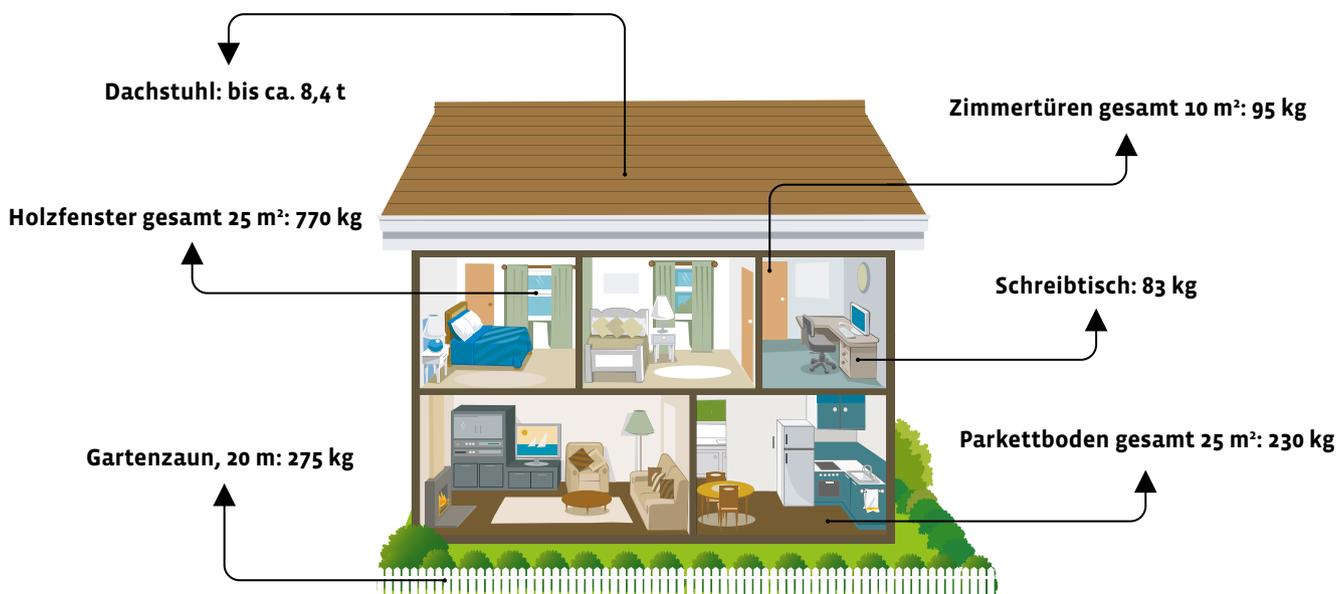
Häuser als Kohlenstoffspeicher

Um dem Klimawandel zu begegnen, ist es wichtig, nicht nur Emissionen zu vermindern, sondern auch Kohlenstoff aus der Atmosphäre zu entfernen und zu speichern. Wird vermehrt mit Holz gebaut, könnten Gebäude zu Kohlenstoffspeichern werden. Studien zeigen, dass allein bei der öffentlichen Vergabe von Aufträgen an die Bauwirtschaft jährlich rund 2 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden könnten, wenn mehr mit Holz gebaut würde. Das ist so viel CO₂, wie der gesamte innerdeutsche Flugverkehr jedes Jahr verursacht.

Regional und nachhaltig

Der Baustoff Holz ist als natürlicher und nachwachsender Rohstoff klimafreundlich. Grundbedingung hierfür ist aber, dass das Bauholz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Aus Gründen des Klimaschutzes ist es auch wichtig, Bauholz aus regionaler Herkunft zu verwenden. So werden hohe Kosten und unnötige CO₂-Emissionen durch den Transport des Bauholzes vermieden. Das Bauen mit Holz ist aber nur dann klima- und umweltfreundlich, wenn es nicht zum Raubbau und zur Zerstörung von Wäldern führt.

Klimaschutz mit Holz: So viel CO₂ binden Fenster, Türen und andere Hauselemente



Quelle: Bundesverband Pro Holzfenster e. V., Grafik: setz it.

Bauen mit Holz

In deutschen Wäldern ist die erforderliche Menge an Holz verfügbar, um weit mehr Holzbauten zu errichten, als es bisher der Fall ist. Dies erfordert aber eine sehr sorgfältige und nachhaltige Waldbewirtschaftung. Beim späteren Abriss der Gebäude sollte das Holz wiederverwendet werden (Kaskadennutzung).

Holz ist nicht gleich Holz

Jede Holzart hat ihre individuellen Eigenschaften, die je nach Verwendungszweck sowie Einsatzbereich von Vorteil sind. Für den Hausbau in Deutschland sind die wichtigsten Baumarten Fichte und Kiefer für die Konstruktion, Lärche für Fassaden und Eiche für die Fachwerksanierung. Nadelhölzer eignen sich aufgrund ihres gleichmäßigen, geraden Wuchses gut als Bauholz. Laubholz ist aufgrund seines Aufbaus meist schwerer, fester und härter als Nadelholz. Es wird im Innenausbau und im Möbelbereich eingesetzt. Einheimische, typische Laubhölzer sind Buche, Eiche, Esche und Birke.



15 Tonnen Holz, 27 Tonnen CO₂

Ein Einfamilien-Wohnhaus aus Holz, mit 140 m² Wohnfläche, enthält etwa 15 Tonnen Holz und Holzwerkstoffe. Damit entlastet das Haus die Atmosphäre um etwa 27 Tonnen CO₂ und das für sehr lange Zeit. Die Menge an Holz, die für den Hausbau gebraucht wird, hängt davon ab, in welcher Bauweise das Haus erstellt wird. Viel Holz benötigt das Bauen mit Massivholz. Weniger Holz wird beim Holzrahmenbau oder beim Holzskelettbau gebraucht.



Interaktive Grafik
Hausbau mit Holz

Fakten

- 125 Mio. m³ Holz wachsen pro Jahr in Deutschland
- 75 bis 80 Mio. m³ davon werden geerntet



Bürogebäude in Leipzig



Moderne Gebäude aus Holz



Schule in Leipzig

Hochhaus in Norwegen



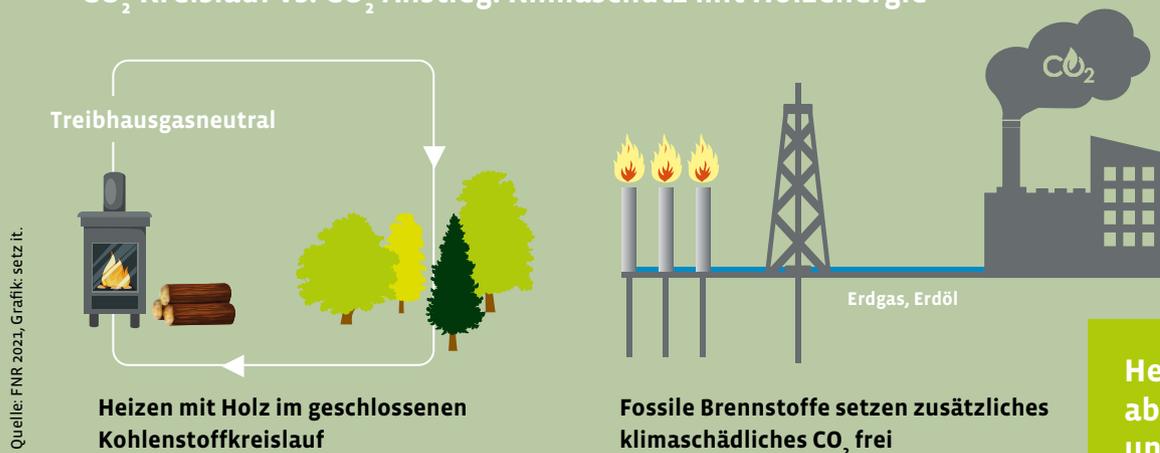
Holzdome in der Schweiz



Heizen mit Holz

Heizen mit Holz hat sich zu einer sauberen und effizienten Technologie entwickelt, mit der ein einzelner Raum, ein ganzes Haus oder sogar eine Gemeinde beheizt werden kann. Heizen mit Holz ist weitgehend klimaneutral.

CO₂-Kreislauf vs. CO₂-Anstieg: Klimaschutz mit Holzenergie



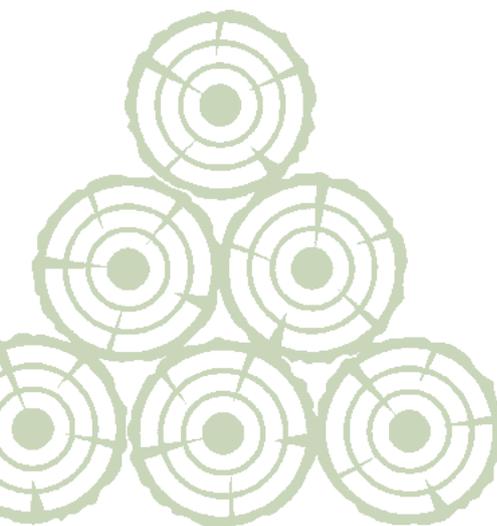
**Heizen mit Holz:
aber bitte nur
unbehandeltes Holz**

Wiedergeburt einer alten Nutzung

Holz fällt bei der Waldpflege in großen Mengen an und wächst ständig nach. Bei der Verbrennung mit moderner Heiztechnik wird die Atmosphäre nicht zusätzlich belastet. Filter in modernen Holzöfen entziehen dem Rauchgas den Feinstaub. Es wird nur so viel CO₂ in die Luft abgegeben, wie das Holz vorher durch sein Wachstum der Atmosphäre entzogen hat. Auf diese Weise werden beim Heizen mit Holz jährlich Millionen Liter Heizöl und damit auch große Mengen an klimaschädlichem CO₂ eingespart.

Heizen zu Hause

Als Brennstoff stehen Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets zur Verfügung. Sie unterscheiden sich in Energiegehalt, Lagerraumbedarf und Preis. Einzelne Räume lassen sich gut mit Heizkaminen, Kachel- oder anderen Speicheröfen beheizen, meist werden sie mit Scheitholz befeuert. Ganze Häuser können mit einer Holzcentralheizung versorgt werden. Günstig heizt man mit einem Scheitholz-Vergaserkessel, da die Preise für das Scheitholz vergleichsweise niedrig sind. Wer mit Scheitholz oder Hackschnitzeln heizt, braucht Lagerraum: Ein Einfamilienhaus mit einem Wärmebedarf von rund 24 MWh im Jahr benötigt dafür etwa 15 Raummeter Scheitholz.



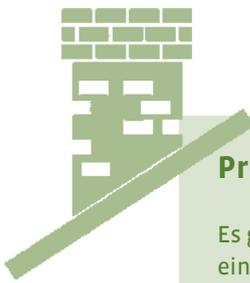
Hackschnitzel sind maschinell zerkleinerte Holzstücke. Sie werden aus Durchforstungsholz, aus Sägenebenprodukten und aus Industrierestholz produziert.



Holzpellets sind kleine, zylindrische Presslinge aus naturbelassenem Holz. Zur Herstellung dienen hauptsächlich Sägereste und Späne der Holzverarbeitenden Industrie.



Scheitholz ist die älteste Form der Energieholznutzung. Hierfür wird vor allem Holz genutzt, das in der Holzverarbeitenden Industrie keinen Absatz findet.



Problem Bedienungsfehler

Es gibt unter Fachleuten auch Vorbehalte gegen das Heizen mit Holz. Der Rauch eines Holzfeuers kann unnötig hohe Mengen an Feinstaub, Stickoxiden sowie Kohlenmonoxid enthalten. Eine gesetzliche Verordnung (1. BImSchV) regelt Effizienz und Emissionen von Holzfeuerungen. Bis Ende 2024 müssen daher alle Öfen, die nicht der Verordnung entsprechen, und vor dem Januar 1995 errichtet wurden, stillgelegt, nachgerüstet oder ausgetauscht werden. Empfohlen wird die Nutzung einer holzbefeuerten Zentralheizung. Das ist recht praktisch und schließt Bedienungsfehler aus. Meist sind es Bedienungsfehler, wenn Holzöfen bzw. handbeschickte Holzheizkessel mehr Schadstoffe ausstoßen als nötig.

Pelletheizung

Lange wurde nach einem Weg gesucht, das Sägemehl und die Holzabfälle von Sägewerken, Schreinereien und Möbelfabriken zum Heizen zu nutzen. Heute werden Sägemehl und kleingehäckselte Holzreste unter hohem Druck zu Holzpellets gepresst und verkauft. Pelletheizungen sind sehr komfortabel: Der Brennraum wird automatisch befüllt. Sie sind die emissionsärmste und umweltverträglichste Form der Nutzung von Holz zu Heizzwecken. Wegen der hohen Energiedichte von Pellets braucht es nur einen relativ kleinen Lagerraum.

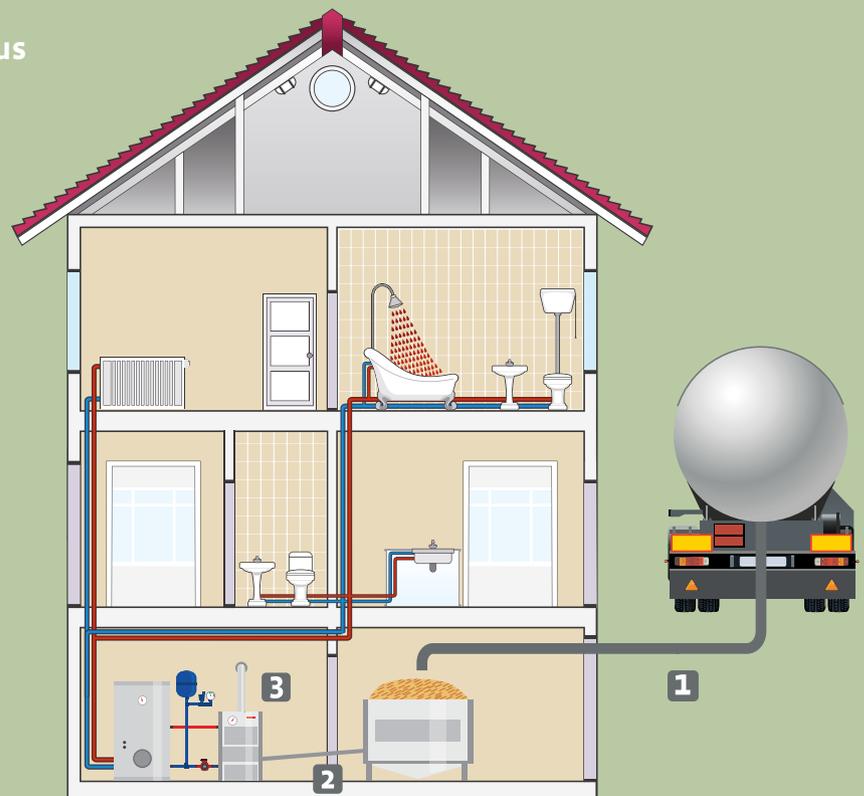
Heizen in der Gemeinde

Heizen mit Holz funktioniert nicht nur zu Hause. Auch ganze Stadtteile können so mit Wärmeenergie versorgt werden. Holzheizwerke sind mit modernster Technik ausgestattet, z. B. zur Rauchgasentstaubung. Der Brennstoff Holz erwärmt Wasser, das heiße Wasser versorgt anschließend über Leitungen Wohnungen, Schwimmbäder oder ganze Stadtteile mit Wärme. Das Holz stammt idealerweise aus der näheren Umgebung, zum Beispiel aus der Land- und Forstwirtschaft* oder aus Handwerks- und Industriebetrieben, die Holz verarbeiten.

* Dünne Baumstämme, Äste und Kronenholz, das nicht im Sägewerk verwertet werden kann (Durchforstungsholz)

Holzpellettheizung für ein Wohnhaus

- 1** Holzpellets werden einmal jährlich mit einem Tankwagen geliefert. Ein durchschnittliches Einfamilienhaus verbraucht ca. 4,5 Tonnen Holzpellets im Jahr. Dafür reicht bereits ein Lagerraum mit ca. 4,5 m² Grundfläche.
- 2** Eine Förderschnecke oder ein Saugsystem transportiert die Holzpellets automatisch vom Lager zum Holzpelletkessel. Nach der Verbrennung bleiben nur wenige Kilogramm Asche, die im Hausmüll entsorgt werden können.
- 3** Ein Pufferspeicher erhöht die Betriebszeit des Kessels und ermöglicht, Solarthermie einzubinden. So muss der Pelletkessel nicht so häufig neu feuern. Das senkt die Emissionen und erhöht den Wirkungsgrad des Systems. Ist der Pufferspeicher ein Kombispeicher, ist die Warmwasserbereitung gleich integriert.



Erlebnisort Wald

Der Wald ist ein besonderer Erholungsort. Ein Aufenthalt im Wald entspannt und baut Stress ab. Wie wichtig der Wald als Erholungsort ist, wurde vielen Menschen während der Corona-Jahre 2020 und 2021 besonders deutlich.



Freiheit und Abenteuer

Ab einem bestimmten Alter ist der Wald für manche Jugendliche ausgesprochen uncool oder uninteressant. Dabei kann es im Wald abenteuerlich und aufregend werden. Als Gruppe durch den Wald streifen, Spuren lesen und im Wald auf sich gestellt zu sein, kann einem das Gefühl von Freiheit und Abenteuer vermitteln.



Geocaching im Wald

Die GPS-gestützte Suche nach den kleinen Schätzen, den Caches, wird immer beliebter. In Deutschlands Wäldern warten Tausende von Caches auf ihre Finder. Geocacher dürfen den Wald für ihr Hobby nutzen, wie auch Wanderer, Jogger, Radfahrende und andere Erholungssuchende. Wichtig dabei ist der Respekt vor der Natur. Bevor es losgeht, sollte man sich darüber informieren, was beim Geocaching im Wald zu beachten ist. Das betrifft vor allem Naturschutzaspekte (z. B. Schutzgebiete meiden) und Sicherheitsfragen (z. B. abgesperrte Bereiche, Betretungsverbote). Ebenfalls wichtig: keine Nägel in Bäume einschlagen, keine einschnürenden Seile oder Drähte an Bäumen verwenden, keine Nutzung von Steigeisen, Haken und Ähnlichem. Es sollten nur naturverträgliche Materialien verwendet werden.





Ist das Betreten von Privatwald gestattet?

In Deutschland darf jeder den Wald zur Erholung betreten (§ 14 Bundeswaldgesetz). Das Betreten geschieht auf eigene Gefahr. Ausnahmen gibt es für Flächen, die aus besonderen Gründen gesperrt sind. Dies betrifft vor allem Nationalparks und andere Schutzgebiete, aber auch Flächen, auf denen Holz eingeschlagen wird, oder Flächen mit jungen Bäumen (Aufforstungen).

Waldbaden

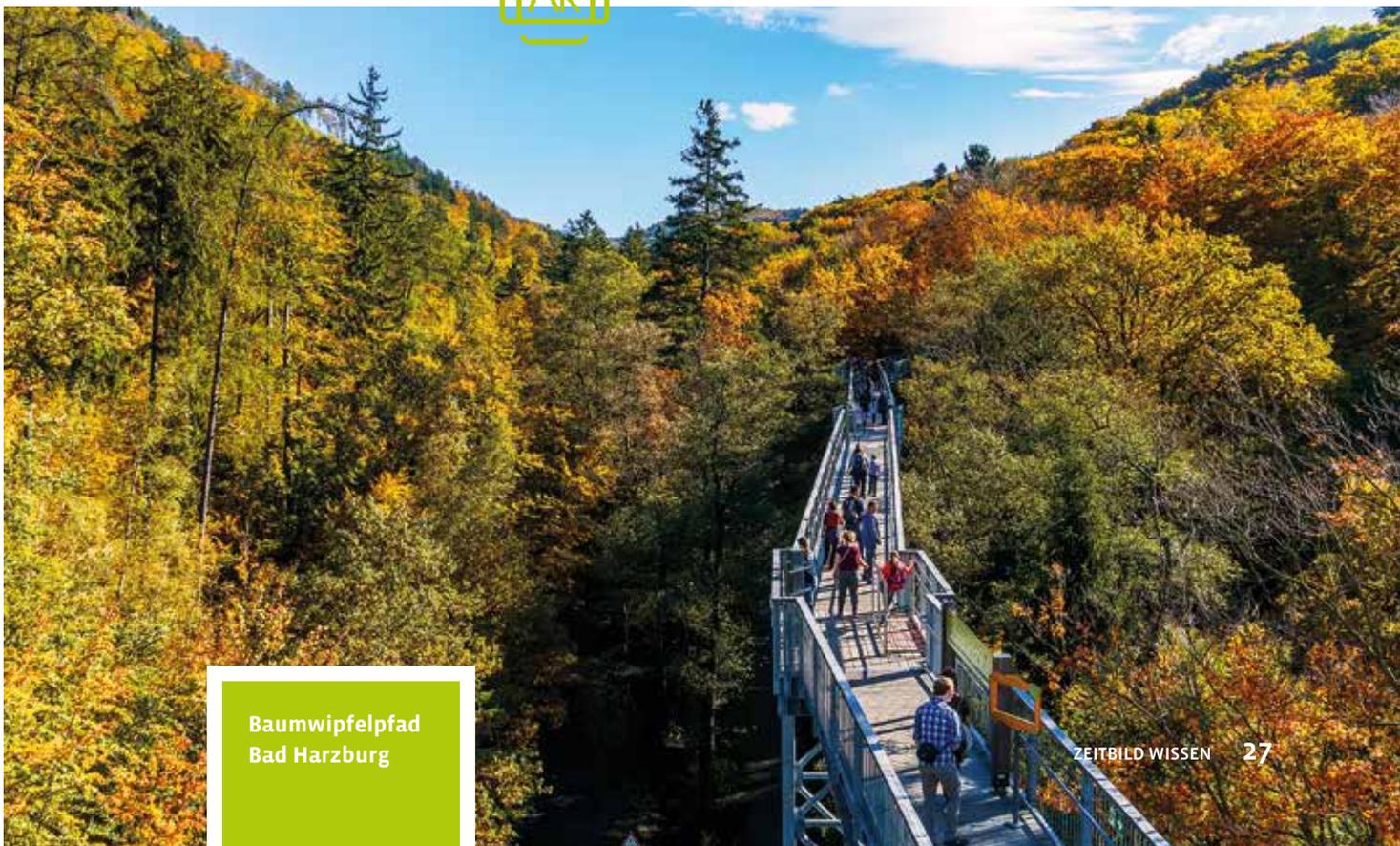
Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass der Aufenthalt im Wald sehr förderlich sein kann. Daraus entwickelte sich in Japan das sogenannte Waldbaden. Gemeint ist damit, dass der intensive Aufenthalt im Wald und das Erleben mit allen Sinnen positive Auswirkungen auf den menschlichen Körper, insbesondere auf das Nervensystem und das Immunsystem, haben können.

Blick von oben

Es ist ein ganz besonderes Erlebnis: einmal hinauf in die Baumkronen steigen und den Wald von oben sehen. Baumwipfelpfade, auch Baumkronenpfade genannt, ermöglichen das. Die Pfade sind auf Plattformen und Stegen angelegt. Schautafeln vermitteln dem Besucher Informationen über die ökologischen Zusammenhänge und die Besonderheiten im Kronenbereich eines Waldes.

Waldschulen

Waldschulen sind keine herkömmlichen Schulen, sondern Lernorte, an denen junge Menschen zusammenkommen, um die Natur besser kennenzulernen. Gegründet wurden Waldschulen in Deutschland schon vor über 100 Jahren. In Waldschulen werden Aktivitäten wie Hüttenbauen, Kochen auf dem Feuer und Werken mit Naturmaterialien angeboten. Auch das Wissen über Baumarten, die Tiere des Waldes und vieles mehr gehört zum Lernen in der Waldschule. Frei nach dem Motto: „Was ich kenne, das schütze ich!“



Baumwipfelpfad
Bad Harzburg

Bildungsprojekte zu Wald, Holz und Klimawandel



Bildungsnetzwerk Wald und Klima „Die Klimaköhner“

Das bundesweite Bildungsprojekt vermittelt Grundlagenwissen zu Wald und Klima. Im Vordergrund steht die Fortbildung von (angehenden) Lehrenden sowie walddidaktisch Interessierten zu Wald, Klima sowie Bildung für nachhaltige Entwicklung. Fachleute der regionalen Forstverwaltung und Umweltbildung sind eingebunden.



KliWaBe – Bildungsreihe „Expedition Carbon“

Es werden Bildungsmaterialien für die Jahrgangsstufen 7 bis 10 entwickelt. Die Schülerinnen und Schüler lernen den Wald als Klimaschützer und die Bedrohungen durch den Klimawandel kennen. Es werden Betriebe aus dem Bereich Wald & Holz vorgestellt, die durch ihre Arbeit oder ihre Produkte aktiven Klimaschutz betreiben. Eine Betriebserkundung kann in die Bildungseinheit eingebettet werden.



WaldKlima-Lehrpfade

Das Projekt hat zum Ziel, Lehramtsstudierende und Lehrkräfte auszubilden und Kompetenzen bei jungen Menschen mittels innovativer Unterrichtstools zu fördern. Es werden modular aufgebaute Lehrpfade (analog und digital) entwickelt. Diese werden unter Nutzung allgemein verfügbarer Daten und mit „low-cost“-Sensoren und App-basierten Lehransätzen entwickelt und erprobt.



TreffpunktWALD

Die deutschen Forstverwaltungen möchten den Menschen den Wald mit dem Programm TreffpunktWALD auf ganz neue Art näher bringen. Direkt vor Ort soll auf anschauliche Weise gezeigt werden, wie vielfältig der Wald ist, was er tagtäglich für uns leistet und wie wertvoll dieser einzigartige Naturraum ist.



Wald-Klima-App

Im Süden von Münster gibt es einen Wald-Klima-Lehrpfad. Eine App begleitet den Lehrpfad. Sie soll zur allgemeinen Information und Besucherlenkung dienen. Die App enthält eine Rallye, die thematisch an den Wald-Klima-Lehrpfad angelehnt ist. Die App gibt es für Geräte auf Android-Basis.



Bundesweites Exkursionsnetzwerk NawaRo

Das Netzwerk „Nachwachsende Rohstoffe“ vermittelt Schulklassen außerschulische Lernorte und ermöglicht einen Einblick in die Bioökonomie. Schülerinnen und Schüler lernen interessante Betriebe und Institutionen entlang der NawaRo-Wertschöpfungskette kennen.

Hinweise für Lehrkräfte

Wälder sind langlebige Ökosysteme, die Bäume müssen an ihren Standorten mehrere Jahrhunderte überdauern. Wälder sind daher besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Der absehbar rasche Wandel der Umweltbedingungen bringt die Wälder in Bedrängnis. Insbesondere in den warm-trockenen Regionen Deutschlands sind die Auswirkungen des Klimawandels bereits heute augenfällig. Ein geeignetes Mittel, um die Wälder auf die Herausforderungen, die durch den Klimawandel entstehen, vorzubereiten, ist ein klimagerechter Waldumbau. Auch eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes ist wichtig. Hierzu gehört die Nutzung der nachwachsenden Ressource Holz. Sie dient der Sicherung der Kohlenstoffspeicherung (und damit auch dem Klimaschutz), wenn Holz als Baustoff oder Werkstoff genutzt wird.

Magazinteil

Die Themen des Magazins können sowohl in den gesellschafts- als auch den naturwissenschaftlichen Fächern angesprochen werden. Eine fachübergreifende Bearbeitung ist daher möglich. Das Magazin und die Arbeitsblätter zeigen unterschiedliche Aspekte des Themas, sodass die Inhalte z. B. in Biologie, Geografie, Politik, Wirtschaft und Sozialkunde bearbeitet werden können.

Der Magazinteil beginnt mit einigen grundsätzlichen Informationen zum Thema „Wald“ in Deutschland. Nachfolgend werden die wichtigen Funktionen und Leistungen des Waldes benannt. Der Abschnitt „Wald und Klima“ zeigt die wesentlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder in Deutschland auf. Informationen zu den Grundlagen des Waldumbaus folgen. Im zweiten Abschnitt folgen Hintergrundinformationen zum Thema „Holznutzung“. Neuere Themen wie „Kaskadennutzung“ und „Bioökonomie“ werden angesprochen, um den Schülerinnen und Schülern deutlich zu machen, wie zukünftige Aspekte einer umweltfreundlichen Wirtschaftsweise aussehen könnten. Das wichtige Thema „Bauen mit Holz“ zeigt auf, wie schon heute neue Bauformen genutzt werden können, um den Klimaschutz zu unterstützen. Als eine mögliche Form der nahezu CO₂-neutralen Wärme, ist das Heizen mit Holz ein durchaus umstrittenes Thema unter Umwelt- und Naturschützern. Die Doppelseite im Magazin gibt hierzu einige Grundlageninformationen. Der Magazinteil wird mit dem Thema „Erlebnisort Wald“ abgeschlossen.



Augmented Reality (AR)

Dieses Heft arbeitet mit der Technik Augmented Reality. Auf allen Seiten, auf denen Sie das AR-Symbol finden, sind digitale Inhalte hinterlegt, die Sie mit Ihrem Smartphone oder Tablet entdecken können. Diese Inhalte vertiefen die Informationen der Magazinseiten und der Arbeitsblätter und bieten Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern vielfältige Zugänge zu den angesprochenen Themen. Auf Seite 36 finden Sie die Anleitung zur Nutzung von Augmented Reality.

CO₂-Senke Wald

Wälder sind CO₂-Senken. Je mehr CO₂ in Form von Kohlenstoff in der Biomasse dauerhaft gespeichert ist, desto weniger wird die Atmosphäre belastet. Verliert der Wald hingegen mehr CO₂, als er aufnimmt (Stürme, Waldbrände, Kalamitäten durch Käferfraß), dann ist er eine CO₂-Quelle.

Aufgaben (Gruppenarbeit)

1. **Wählt einen Baum aus. Bestimmt mithilfe der Stockpeilung seine Höhe. Ermittelt mit dem Maßband den Umfang des Baumes. Errechnet dann das Volumen in Vorratsfestmetern* (Vfm) und bestimmt die Menge an CO₂, die der Baum aufgenommen hat.**

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

$$d = U/\pi$$

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

2. **Je Vfm Holz wurden 0,9 t CO₂ aus der Luft gefiltert. Der ausgewählte Baum hat also**

$$V_{fm} \times 0,9 \text{ t CO}_2 = \dots\dots\dots \text{ t CO}_2 \text{ (X) aus der Luft aufgenommen. } X = \text{Tonnen CO}_2$$

3. **Der durchschnittliche CO₂-Fußabdruck in Deutschland beträgt 11 t CO₂/Person und Jahr. Wie viele Exemplare des ausgewählten Baumes braucht es, um diesen jährlichen Fußabdruck auszugleichen?**

$$11 \text{ t CO}_2 / X = \dots\dots\dots \text{ Bäume}$$

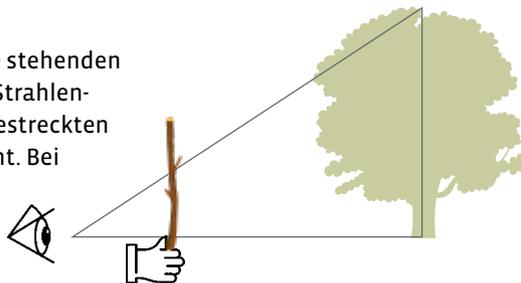
4. **In Deutschland wachsen pro Jahr und Hektar Wald etwa 10 Vfm nach. Wie viele Hektar Wald benötigt es, damit der jährliche CO₂-Fußabdruck einer Person ausgeglichen wird?**

$$11 \text{ t CO}_2 / (10 \text{ Vfm} \times 0,9 \text{ t CO}_2) = \dots\dots\dots \text{ Hektar (Y) Wald}$$

5. **Ein Fußballfeld ist ca. 0,7 ha groß. Das entspricht etwa Y/0,7 ha = \dots\dots\dots Fußballfeldern.**

Höhenbestimmung mittels Stockpeilung

Mit der Stockpeilung kann man die Höhe eines relativ nahe stehenden Objektes schätzen. Es liegen die Streckenverhältnisse des Strahlensatzes zugrunde. Der angepeilte Stock (Messstab) am ausgestreckten Arm eines Erwachsenen ist etwa 70 cm vom Gesicht entfernt. Bei bekannter Distanz zum Baum lässt sich so ungefähr die Höhe des Baumes am Stock ablesen. Der Stock wird immer parallel zum Baumstamm ausgerichtet.



* Vfm ist die Masse eines Baumstammes inklusive Rinde.



Hintergrund-
informationen zu
Höhenbestimmung



Höhe und Volumen
eines Baumes ohne
Maßband messen

Leistungen des Waldes

Der Wald erfüllt vielfältige Aufgaben. Er bietet Wildtieren und Pflanzen einen wichtigen Lebensraum. Er ist Quelle für den Rohstoff Holz und ein wichtiger Erholungsraum für den Menschen. Darüber hinaus bietet der Wald noch viele weitere wichtige Leistungen.

Luftreinigung

Schutz vor
Lawinen

Erosionsschutz
(v. a. im Gebirge)

Wasserreinigung



Aufgaben

1. Finde insgesamt 10 Leistungen, die der Wald uns bietet (einschließlich der hier genannten Leistungen).
2. Nutze für die Aufgabe auch die Hinweise in der Infografik (QR).



Infografik
Ökosystem-
leistungen

Pressemeldungen

Klimawandel: Neues Sorgenkind für Waldbesitzer

Beim Forstamt Wetzlar hat die Fichte nur noch Seltenheitswert. Ihr Bestand ist nahezu komplett dem Klimawandel zum Opfer gefallen.
Mittelhessen.de, 21.10.2021

Der Wald hat ein Käferproblem

Das Klima und die Käfer setzten dem Wald zu. Der Umbau zum Laubwald und die schnelle Beseitigung von Schadholz sind wichtig.
www.infranken.de, 13.08.2021

Exotische Baumarten wachsen im Wehrer Wald

Nicht heimische Arten werden wegen des Klimawandels im Stadtwald angepflanzt.
Südkurier, 03.11.2021

So wird im Bornheimer Wald gegen den Klimawandel gekämpft

Der Bornheimer Wald soll dem Klimawandel trotzen. Förster Ralf Nonn hat Konzepte, wie das funktionieren könnte.
General-Anzeiger Bonn, 30.10.2021

Deutschland sucht den Superbaum

Der Wald leidet an Trockenheit und Hitze. Exotische Baumarten können die Widerstandsfähigkeit der Wälder verbessern. Etliche davon sind bereits im Einsatz. Aber sie werden argwöhnisch betrachtet – und richten sogar Schaden an.
welt.de, 12.03.2021

Der Klimawandel plündert die „Sparkasse der Bauern“

Die früher so ertragreichen Fichtenwälder haben im Augsburger Land immer weniger Zukunft. Bei Biberbach wächst eine mögliche Alternative heran.
Augsburger Allgemeine, 27.10.2021

Aufgaben

1. Finde heraus, welche Pressemedien – online oder auch Tageszeitungen – es in deiner Region gibt. Recherchiere, ob auch diese Medien ähnliche Meldungen zu den Themen Wald und Klimawandel veröffentlicht haben.
2. Notiere von diesen Pressemedien insgesamt drei Schlagzeilen oder Artikelüberschriften zu den Themen Wald bzw. Wald und Klimawandel.
3. Lies einen der Artikel oder Berichte gründlich durch und gib die zentralen Aussagen mit eigenen Worten wieder.

Gefahren für den Wald

Die Wälder in Deutschland sind zahlreichen Gefahren ausgesetzt. Diese Gefahren können biologische, witterungsbedingte oder auch menschengemachte Ursachen haben. Die Gefahren für den Wald können in zwei Hauptkategorien eingeteilt werden: biotische und abiotische Gefahren. Biotische Gefahren gehen von Lebewesen aus, abiotische Gefahren werden nicht von Lebewesen verursacht.



Trockenheit im Wald



Waldbrände



Wildschäden im Wald



Der Wald und der Klimawandel



Kahlschlag



Schädliche Pilze im Wald



Schädliche Insekten im Wald



Eis und Schnee im Wald



Sturm und Sturmschäden im Wald

Aufgaben

1. Informiere dich über mögliche Gefahren für den Wald. Nutze dazu folgendes Angebot:
www.waldhilfe.de > Gefahren für den Wald.
2. Ausgedehnte Kahlschlagflächen prägten früher das Landschaftsbild. Heute sieht man solche Kahlschläge nur noch selten. Erstelle einen kurzen Text zum Thema Kahlschlag und Flächenrodung. Informationen findest du u. a. hier: www.lwf.bayern.de > Suche: Kahlschlag

Wissensquiz

Das Quiz stellt Fragen rund um den Wald und die Nutzung von Holz. Bei einigen Fragen sind auch mehrere Antworten richtig!

1. Wie hoch ist der Anteil der Waldfläche in Deutschland?

- ein Fünftel
- ein Drittel
- die Hälfte

2. Die häufigsten Baumarten im deutschen Wald sind

- Eiche und Buche
- Fichte und Kiefer
- Esche und Douglasie

3. Der Wald bietet Natur und Mensch wichtige Funktionen

- Wald schützt vor Lärm und Luftverschmutzung
- Wald schützt vor Lawinen, Steinschlag und Erosion
- Wald bietet Lebensraum für Haus- und Nutztiere

4. Die Ursachen für große Mengen an Schadholz sind

- zu viele Besucher im Wald
- Fraßschäden durch Waldtiere
- Trockenheit, Sturm, Borkenkäfer

5. Welche Baumart ist besonders durch Dürre gefährdet?

- Bergahorn
- Fichte
- Tanne

6. Merkmale naturnaher Wälder sind u. a.

- unterschiedliche Baumarten, geschlossenes Blätterdach
- viele fremdländische Baumarten
- eine Vielfalt an Lebensräumen und Arten

7. Der Waldumbau in Deutschland soll

- eine Vielfalt an Baumarten hervorbringen
- große Monokulturen hervorbringen
- den Anteil an Mischwäldern erhöhen

8. Der Nachwuchs von Bäumen im Wald erfolgt durch

- Naturverjüngung
- Saat und Baumpflanzung
- Hirsche, Rehe und Wildschweine

9. Der Wald ist

- immer eine Kohlenstoffquelle
- immer eine Kohlenstoffsенке
- kann Kohlenstoffquelle oder -senke sein

10. Die Kaskadennutzung

- ist die Mehrfachnutzung eines Rohstoffes
- erzeugt große Mengen an Abfall
- ist umweltfreundlich

11. Die Bioökonomie

- nutzt Naturstoffe aus Pflanzen und Tieren
- verbindet Ökologie und Wirtschaft
- nutzt Produkte, die aus Erdöl hergestellt werden

12. Das Bauen mit Holz

- ist altmodisch und unmodern
- kann Stahl, Beton und Ziegel ersetzen
- schützt das Klima

Bauen mit Holz

Vieles spricht für den Baustoff Holz. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und hat hervorragende bautechnische Eigenschaften. Holzbauten verlängern den Kohlenstoffspeicher aus dem Wald. Jeder Kubikmeter verbautes Holz bindet für lange Zeit eine Tonne CO₂. Ein Haus aus Holz trägt außerdem dazu bei, dass CO₂-Emissionen aus der Herstellung anderer CO₂-intensiver Baustoffe wie Beton oder Stahl vermieden werden.

Innenwände

werden häufig in Holzrahmen- oder Holzständer-Bauweise erstellt. Der Holzrahmenbau ist ein flexibles Holzbausystem; es können damit verschiedene Raumaufteilungen erstellt werden.

Dach

Der Dachstuhl aus Holz ist vor allem für kleinere Gebäude wie Ein- und Mehrfamilienhäuser immer noch die beste Alternative zu anderen Materialien.

Geschosdecke

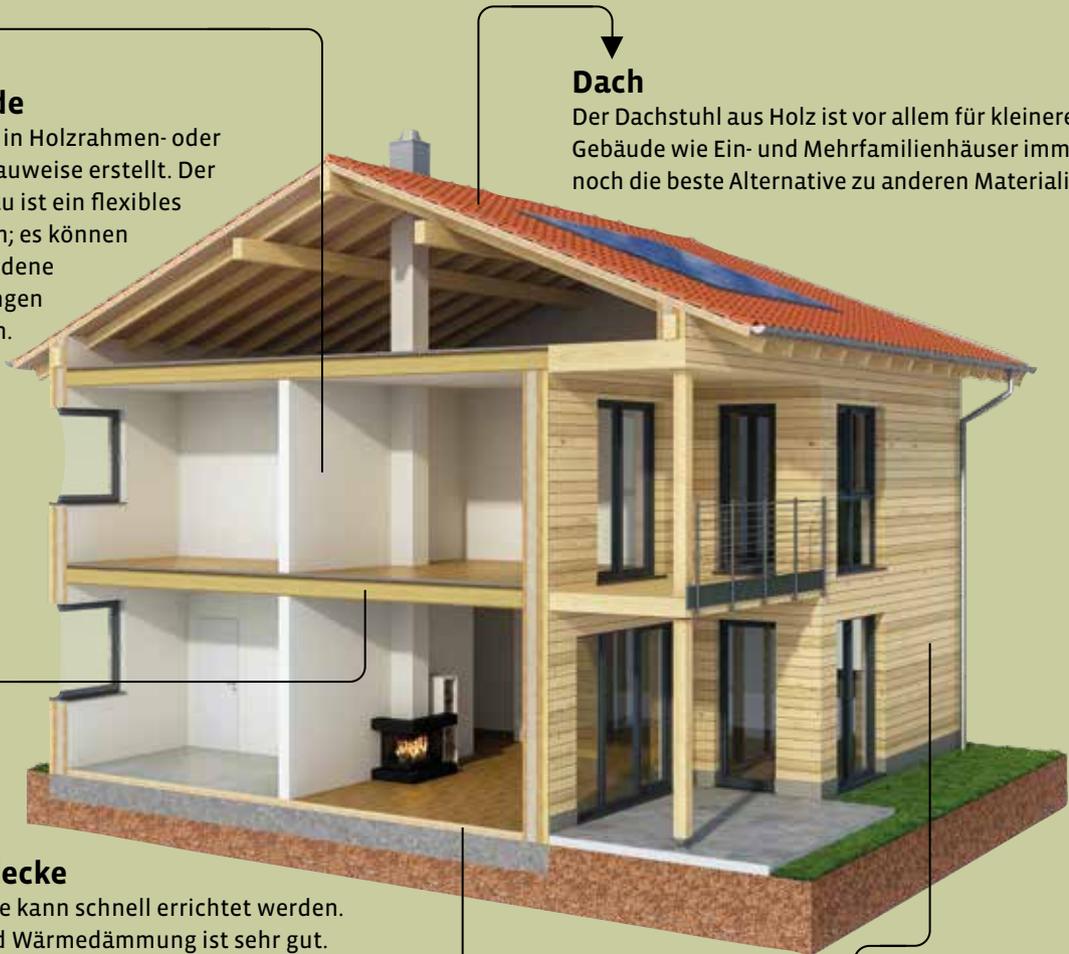
Eine Holzdecke kann schnell errichtet werden. Die Schall- und Wärmedämmung ist sehr gut. Eine moderne Holzdecke widersteht dauerhaft einem Feuer.

Fundament/Bodenaufbau

Viele moderne Holzhäuser sind nicht unterkellert. Der Boden des Hauses schließt damit an die Erdschicht an. Deshalb wird der Boden mit einer Kiesschicht, einer Betonplatte und einer waagerechten Feuchtigkeitssperre vom Erdreich getrennt.

Außenwände

werden häufig in Holzrahmen- oder Holzmassiv-Bauweise erstellt.



Aufgaben

1. Informiere dich über die verschiedenen Möglichkeiten beim Bauen mit Holz.
2. Erstelle eine Übersicht zu den Vorteilen des Bauens mit Holz. Beachte dabei auch Aspekte von Klimaschutz, Ressourcenschutz und Gesundheitsschutz.



Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zeigt anhand einer virtuellen Baustelle Konstruktionsvorschläge für den Neubau mit Holz und nachwachsenden Rohstoffen. <https://hausbau.fnr.de/>



Der Zeitbild Verlag stellt auf seiner Webseite ein umfangreiches Angebot an Informationsmaterialien für Berufsschulen (und Interessierte) zum Thema Bauen mit Holz bereit. www.zeitbild.de/?s=Nachwachsende+Rohstoffe (Aufbaumodul Bauen; Fachmodul Konstruktion)

LINKS



Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

www.bmel.de > Themen > Wald
www.waldkulturerbe.de > Expedition Wald - Lehrmaterialien für Mittelstufe
www.waldkulturerbe.de > Waldmaterialien
www.waldkulturerbe.de > Ein Tag im Wald

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

www.fnr.de > Service > Bildung & Schule
www.fnr.de > Service > Mediathek > Grafiken, Videos

Waldklimafonds

www.waldklimafonds.de > Service > Mediathek > Wald
www.waldklimafonds.de > Service > Informationen > Dossier Waldbau im Klimawandel
www.waldklimafonds.de > Presse > Dossier Klimawandeleffekte im Wald, Dossier Waldbrand

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

www.bmu.de > Themen > Naturschutz/Artenvielfalt > Naturschutz/Biologische Vielfalt > Wälder

Charta für Holz: Grafiken und Kennzahlen

<https://www.charta-fuer-holz.de/charta-service/grafiken-uebersicht>

ENTDECKEN SIE DIGITALE INHALTE

Dieses Heft arbeitet mit der Technik Augmented Reality (AR). Auf allen Seiten, auf denen Sie das AR-Symbol finden, sind digitale Inhalte hinterlegt, die Sie mit Ihrem Smartphone oder Tablet entdecken können!

- 1 Gratis-App „Xtend“ für iOS und Android herunterladen!
- 2 Scannen! Öffnen Sie im Hauptmenü die Funktion Scannen und halten Sie die Kamera auf das mit diesem Button markierte Bild.
- 3 Entdecken! Videos, Webseiten und vieles mehr ...



App zur Nutzung von
Augmented Reality



Symbol für digitale Inhalte
über Augmented Reality

Alle Links zu AR und QR auch auf www.zeitbild.de/wald-und-holz

Impressum

Zeitbild WISSEN „Wald und Holz“, herausgegeben von der Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, Wattstraße 11, 13355 Berlin. In Zusammenarbeit mit FNR. Gesamtherstellung: Zeitbild Verlag, Berlin. Verantwortlich für den Inhalt: Bernd Woischnik. Text und Redaktion: Peter Wiedemann. Layout: setz it. Richert GmbH. Fotonachweis: alamy: S. 12, 19; Bundespolizei: S. 11; dreams-time/Inga Nielsen: S. 1; FNR/Zuchna Visualisierung: S. 35; Häring & Co AG: S. 23 links unten; Dr. Hansen, S. 24 unten links; imago: S. 8, 9; iStock: 2, 5, 6, 10, 17, 18, 20, 21, 24 (Mitte, rechts), 26, 27 oben, 32, 33; Joachim Kloock, S. 15; Bertram Leder: S. 13 unten; Franziska Pönisch, S. 27 unten; Juliane Schenk, Seite 14 unten links; Wikimedia Commons: S. 4; Wikimedia Commons: Tnemtsoni/S. 23 links oben, Andreas Wolf/S. 23 rechts oben; Alexander Migl S. 23 rechts unten. Druck: DCM Druckcenter Meckenheim (2022). Wir erklären mit Blick auf die genannten Internetlinks, dass wir keinen Einfluss auf Gestaltung und Inhalte der Seiten haben und uns die Inhalte ausdrücklich nicht zu eigen machen.

Dieses Bildungsprojekt wurde gefördert vom Waldklimafonds (WKF). Förderkennzeichen: 2219WK10X5
Bildungsvorhaben Wald und Holz – Herausforderungen und Perspektiven. Akronym: BiWaHo