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.

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, Bayrischer 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 aus 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 energiesparenden 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/

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 Erdrutschen 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, desto stabiler ist das gesamte Ökosystem.
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

Stockwerke des Waldes

Den Wald kann man in verschiedene Schichten einteilen, die ähnlich den Stockwerken eines Hauses angeordnet sind. Die Höhe der Schichten orientiert sich an den Pflanzen, die vorrangig darin zu finden sind. Diese Einteilung nennt man auch Stratifikation. Ein vielfältiger Wald beherbergt Pflanzen in allen Schichten. Da auch viele Tiere in einer spezifischen Höhe leben, können sie den Schichten und den zugehörigen Strukturen zugeordnet werden. Natürlich gibt es auch sehr mobile Tiere, wie Vögel oder Marder, die in unterschiedlichen Höhen im Wald zu finden sind und deshalb unterschiedlichen Schichten zugeordnet werden können.

In der **Wurzelschicht** befinden sich sämtliche unterirdische Bereiche. Sie reicht mehrere Meter tief in den Boden. Hier finden sich neben Wurzelwerk und Knollen auch Tiere wie z.B. Regenwürmer, Hirschkäfer, Tausendfüßler.

Über der Wurzelschicht befindet sich die Moos- oder auch **Bodenschicht**. Sie wird von Moosen, Flechten, Pilzen und niedrigen Blütenpflanzen gebildet. Auch Blattstreu gehört zu dieser Schicht. Die Bodenschicht reicht bis 10 Zentimeter über die Erde. Hier finden sich Tiere wie Ameisen, Asseln, Laufkäfer, Spinnen, Schnecken, Frösche und Mäuse. Auch das Rotkehlchen brütet gerne in der Bodenschicht.

Darüber beginnt die **Krautschicht** und reicht bis etwa anderthalb Meter in die Höhe. In dunklen, schattigen Wäldern ist sie geringer ausgeprägt als in lichtdurchfluteten Wäldern. Sie besteht vor allem aus Farnen, Gräsern, Blütenpflanzen und Jungbäumen. Im Frühjahr hat die Krautschicht häufig einen besonderen Blühaspekt. Solange die Bäume noch keine Blätter haben und die Sonnenstrahlen bis auf den Waldboden dringen können, blühen je nach Waldtyp Buschwindröschen (Abb. 3.2), Sternmieren, Schlüsselblumen und Veilchen. In der Krautschicht finden sich Tiere wie Bienen, Schnecken, Fliegen, Schmetterlinge sowie Füchse, Hasen, Rehe und Wildschweine.

Auf die Krautschicht folgt die **Strauchschicht**. Sie ist bis zu fünf Meter hoch und besteht vor allem aus Sträuchern (z.B. Haselnuss, Stechpalme, Eberesche) sowie jungen Bäumen, die zukünftig über diese Schicht hinauswachsen werden. Besonders ausgeprägt ist sie am Waldrand, da dort viel Licht einfällt. Tiere der Strauchschicht sind z.B. Käfer an den Baumstämmen, Schmetterlinge, diverse Fluginsekten sowie gebüschbrütende Vogelarten wie Amseln, Schwanzmeisen und Mönchsgrasmücken.

Die **Baumschicht** schließt den Wald nach oben ab. Sie besteht je nach Waldtyp aus Laub- und/oder Nadelbäumen und ist bis zu 40 Meter hoch. Auch Kletterpflanzen wie Efeu schaffen es noch in diese Höhe. Hier leben vor allem Tiere, die fliegen oder klettern können, wie Eichhörnchen, Baummarder, Fledermäuse, Spechte, Bussarde und Fluginsekten.

Quellen:
www.wald.de/stockwerke-des-waldes
www.hausdernatur-goldisthal.de/stockwerke-des-waldes.html
www.biologie-schule.de/stockwerke-des-waldes.php

Abb. 3.2: Blühende Buschwindröschen im Frühjahr (Foto: Christoph Buchen)

Tiere im Wald

Abb. 3.3: Schwarzspecht mit Nachwuchs (Foto: Roland Breidenbach)

Wälder sind besondere Elemente unserer Landschaft, die Lebensraum für eine Vielzahl von Tierarten darstellen, vom Boden bis hinauf zu den Baumkronen. Je strukturreicher ein Wald ist, desto höher ist auch seine Artenvielfalt. Ein strukturreicher Wald besteht aus Bäumen unterschiedlichen Alters und damit unterschiedlicher Höhe. Ebenso tragen unterschiedliche Baumarten zur Strukturvielfalt bei. Wenn sich Wälder natürlich entwickeln können, ohne den Eingriff des Menschen, entstehen unterschiedliche Strukturen mit der Zeit von selbst. Im Gegensatz zu diesen Wäldern stehen intensiv wirtschaftlich genutzte Monokulturen mit nur einer Baumart und einer Altersklasse.

Etwa drei Viertel der waldbewohnenden Tierarten sind Insekten. Wirbeltiere machen weniger als ein Zehntel der Waldfauna aus. Die meisten Tiere sind also klein und leben dazu im Verborgenen, z.B. im Kronenbereich, im Totholz oder in der Bodenschicht. Über ein Viertel aller Waldarten sind auf Totholz angewiesen. Beispielsweise brüten Spechte darin und einige Bockkäferarten legen ihre Eier in das morsche Holz. Alte Spechthöhlen werden gerne von sogenannten Nachnutzern bewohnt, die selbst keine Höhlen bauen können. Zu solchen Nachnutzern gehören z.B. Fledermäuse, Kleiber und Stare. In den ovalen Höhlen des Schwarzspechts (Abb. 3.3), der größten Spechtart in Deutschland, leben sogar Baummarder und Waldkäuze. Ein Indiz dafür, dass Totholz von holzbewohnenden Käferarten genutzt wird, sind kleine Schlupflöcher, über die ihre Nachkommen aus dem Holz herauskommen. Totholz und seine Lebensgemeinschaften sind gute Indikatoren für die Artenvielfalt und Naturnähe des Ökosystems Wald.

Zu den Säugetieren, die Spaziergänger mit ein bisschen Geduld an vielen Orten Deutschlands im Wald entdecken können, zählen Rehe, Damhirsche, Wildschweine, Eichhörnchen und verschiedene Mäuse. Seltener bekommt man Dachse, Marder, Hermeline und Fledermäuse zu Gesicht. Nur in größeren Waldgebieten ist auch die seltene Wildkatze zu Hause. Vor allem im Osten Deutschlands leben wieder vermehrt Wölfe in den Wäldern.
Besonders viele Organismen leben in der Blattstreu und im Boden. Nimmt man einen Liter Boden, so enthält dieser in etwa:

- 2 Regenwürmer
- 7 Tausendfüßler
- 14 Insektenarten
- 150 Milben
- 200 Springschwänze
- 50.000 Fadenwürmer
- sowie Millionen bis Milliarden an Einzellern, Algen, Pilzen und Bakterien

Somit existieren in nur einer Hand voll Boden mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde.
Bodentiere haben eine bedeutende Rolle im Nährstoffkreislauf des Waldes. Sie zerkleinern und zersetzen die organische Substanz auf dem Waldboden und fördern die Humusbildung. Sie lockern und durchmischen die Erde und prägen dadurch die Struktur des Waldbodens.

Quellen:
www.waldwissen.net/wald/naturschutz/arten/lwf_artenvielfalt/index_DE
www.waldwissen.net/wald/naturschutz/wsl_totholz_merkblatt/index_DE
www.wuppertal.de/rathaus-buergerservice/medien/dokumente/Teil3_VE11_Bodenlebewesen.pdf
www.umweltbildung.at/cms/download/599.pdf

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 Kohlenstoffsenken, 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 Treibausgasemissionen 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 Kohlenstoffsenken 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

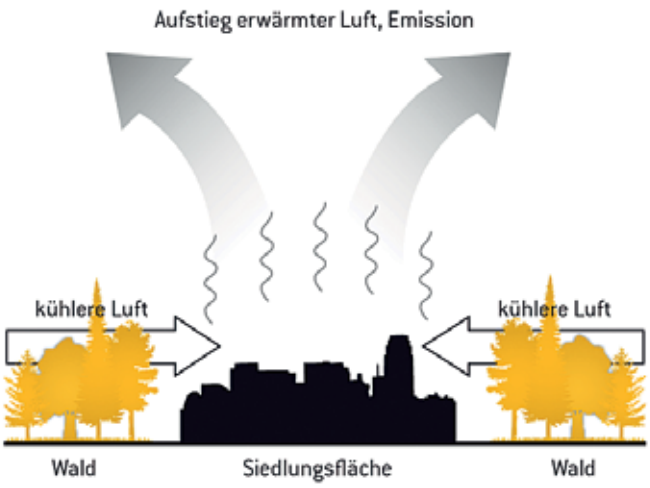

Abb. 3.4: Luftaustausch zwischen Wald- und Siedlungsflächen

Wald und Stadt kommt es zu einem ständigen Luftaustausch (siehe Abb. 3.4). 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 CO_2-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 CO_2-Senken sprechen. Je älter ein Baum wird, umso mehr **CO_2 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 CO_2 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 CO_2 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 CO_2 wieder freigesetzt und gelangt in die Atmosphäre. Insgesamt ist die Bindung von CO_2 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 CO_2-Emissionen aus Landnutzungsänderungen stammen, wovon der größte Teil mit Entwaldung einhergeht.
3. Durch energetische Nutzung von Holz werden CO_2-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., Olschofski, K., Köhler, Rötzer, T., Mette, T., Pretsch, H., Rüter, S., Köthke, M., Dieter, Abiy, M. & Makeschin, F. (2011): Nutzungsverzicht oder Holznutzung? Auswirkungen auf die CO_2-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. 3.4: 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“).

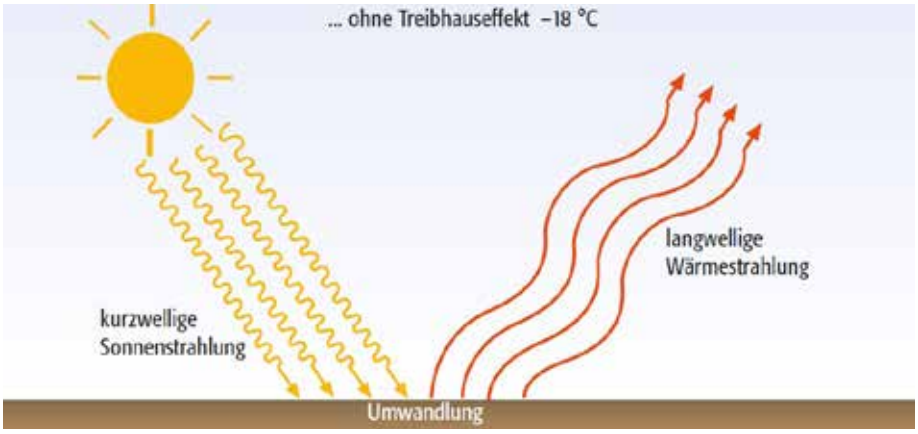

Abb. 3.5: Die Erde ohne Treibhauseffekt

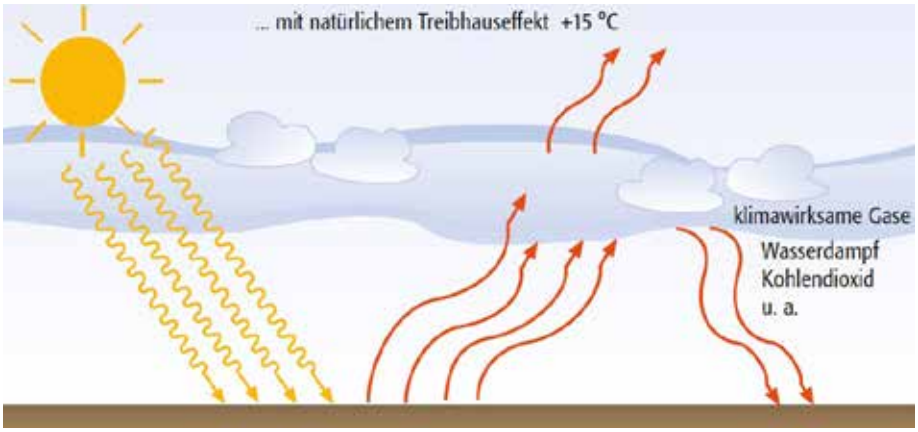

Abb. 3.6: Die Erde mit natürlichem Treibhauseffekt

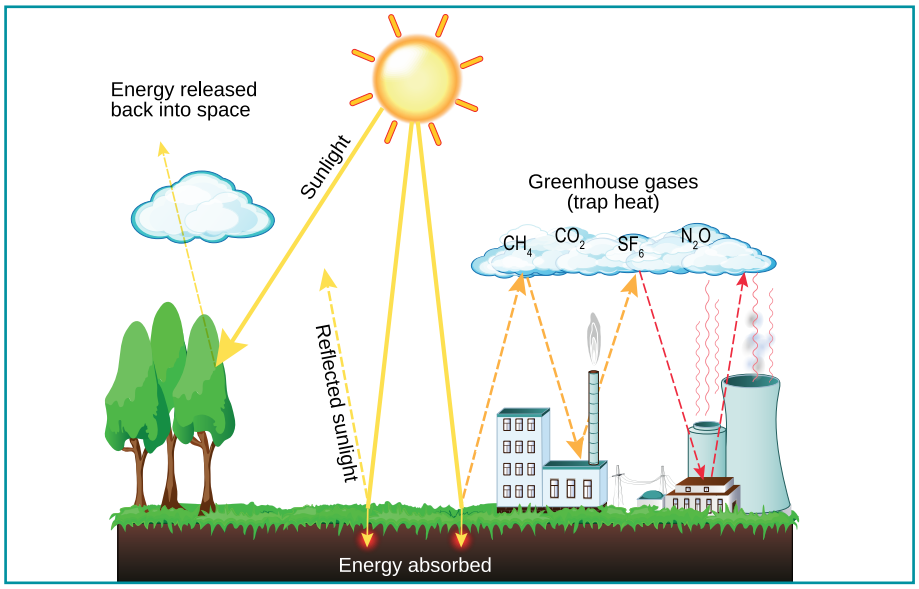

Abb. 3.7: Anthropogener Treibhauseffekt (© designua / Fotolia.com)

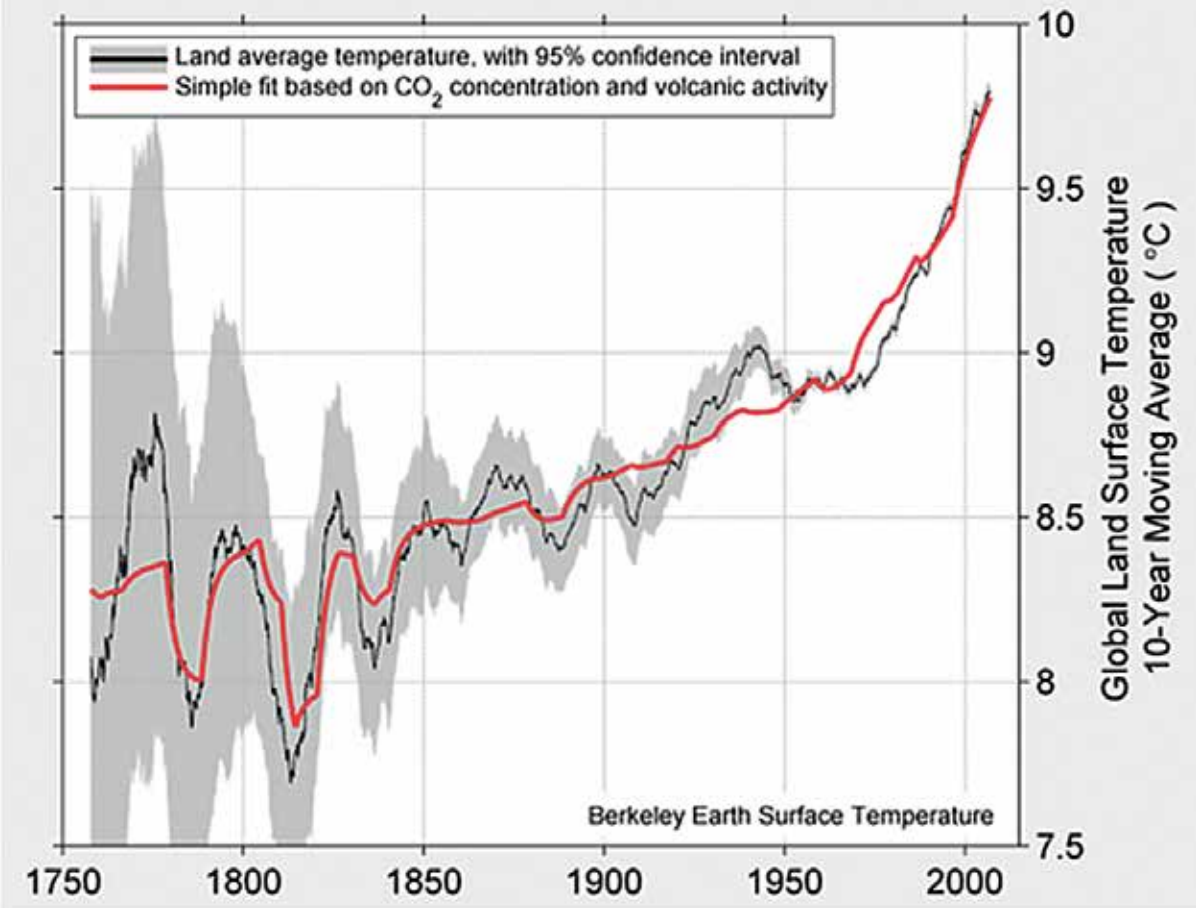

Abb. 3.8: Korrelation zwischen dem Anstieg der CO_2-Konzentration und der Oberflächentemperatur der Erde in den letzten Jahrhunderten

Quellen und weitere Informationen:
http://www.planet-wissen.de/natur/klima/klimawandel/
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhauseffekt
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. 3.5 und 3.6: https://umweltstiftung.allianz.de/v_1479811662000/media-data2/publikationen/wissen/download/wissen_klima_2016.pdf
Abb. 3.8: 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. 3.9). 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 flachwurzelnde Baumarten wie die Fichte zunehmend zur Gefahr werden (Abb. 3.10). Für die Entwicklung 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. 3.9). Bis vor wenigen Jahren beschränkte sich der Raupenfraß dieser Art auf einzelne Eichen,

Abb. 3.9 : Raupen des Eichenprozessionsspinners auf Nahrungssuche (© Albrecht E. Arnold / pixelio.de)

z.B. in 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 Waldwachstum 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. 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. 3.10: Entwurzelte und abgeknickte Fichten nach Kyrill im Jahr 2007 (© Jürgen Heppe / pixelio.de)

Anpassung von Wäldern an den Klimawandel

Der Klimawandel wird zu einer Veränderung der Standortsbedingungen 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. 3.12). Auf vielen Standorten gelten z.B. Reinbestände aus Fichte als klimalabil, 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. 3.10). 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. 3.11).

In Teilen der Forstwirtschaft wird im Zuge der Klimawandel-Diskussionen auch der verstärkte Anbau von **standortsfremden 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 werden dem wirtschaftlichen Potenzial schnellwachsender fremdländischer Baumarten untergeordnet.

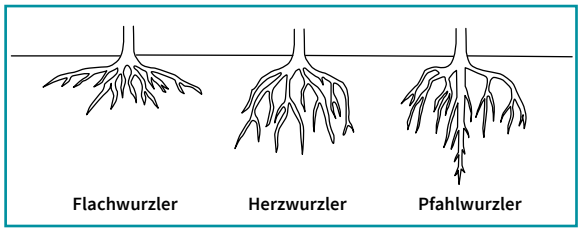

Abb. 3.11: Unterschiedliche Wurzeltypen: Flachwurzel (z.B. Fichte), Herzwurzel (z.B. Buche), Pfahlwurzel (z.B. Eiche)

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. Strukturreichtum, 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 ge-

genüber 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 zur Erhöhung der Stabilität, Widerstandsfähigkeit und Resilienz der Wälder beitragen. 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. 3.12: Bodenschonender Umbau einer Kiefernplantage mit Rückepferden

CO_2-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 Energieträgern (Kohle, Erdöl und Erdgas), wird zusätzliches CO_2 ausgestoßen. Braunkohle, die hauptsächlich zur Energieerzeugung genutzt wird, verursacht die höchsten CO_2-Emissionen. Andere CO_2-Quellen sind z.B. Verkehr und Landwirtschaft. Aber auch durch Entwaldung werden große Mengen an CO_2 freigesetzt. Darauf sind rund 20 % der weltweiten Treibhausgasemissionen zurück zu führen. Wälder speichern etwa zwei Drittel des in Pflanzen gebundenen Kohlenstoffs.

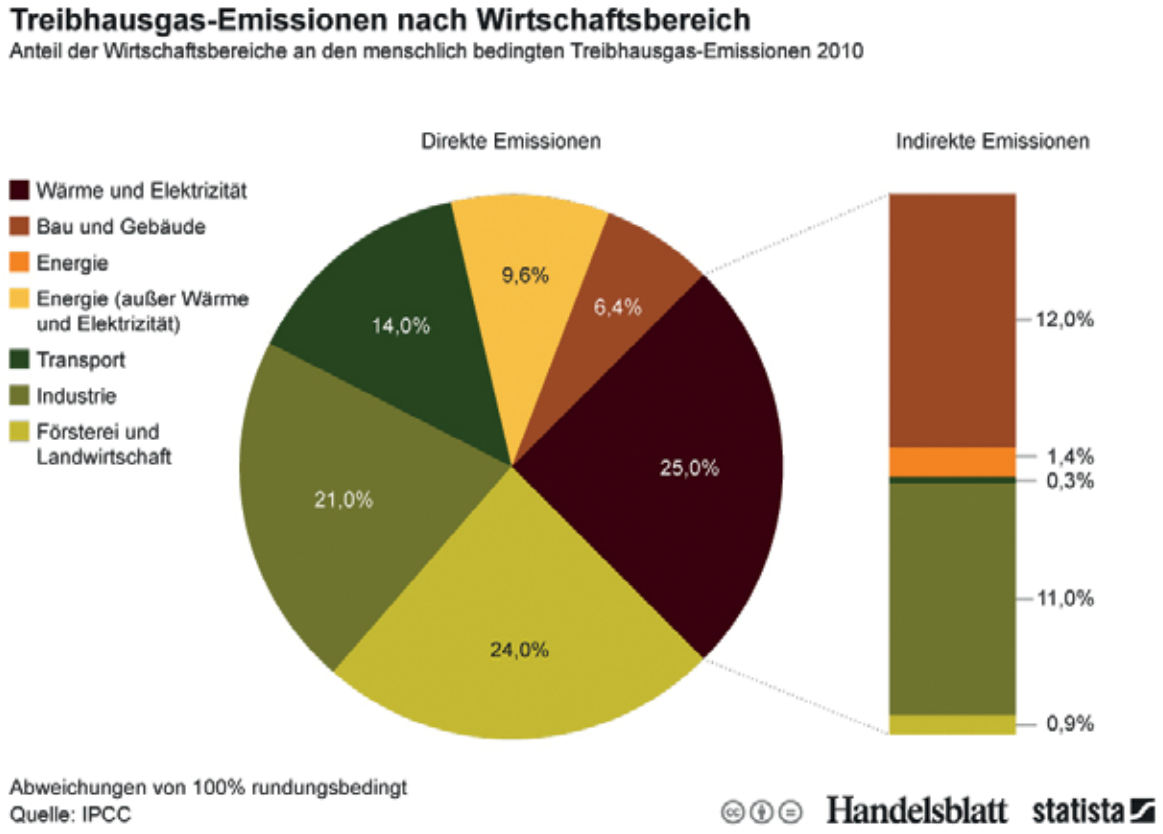

Abb. 3.13: Treibhausgas-Emissionen nach Wirtschaftsbereich

Mit Hilfe des Modells des CO_2-Fußabdrucks können die CO_2-Emissionen dargestellt werden, die eine Person direkt und indirekt verursacht. Die Einheit beträgt Tonnen pro Jahr (t/a). Im CO_2-Fußabdruck werden alle Treibhausgasemissionen berücksichtigt und in sogenannten CO_2-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 CO_2-Fußabdruck berechnen. Der Durchschnittsdeutsche hatte im Jahr 2015 einen Fußabdruck in Höhe von rund 11 t/a. Der weltweit durchschnittliche CO_2-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 CO_2-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 CO_2-Fußabdrücke hinterlassen Entwicklungsländer wie Uganda mit <1 t/a (Abb. 3.14).

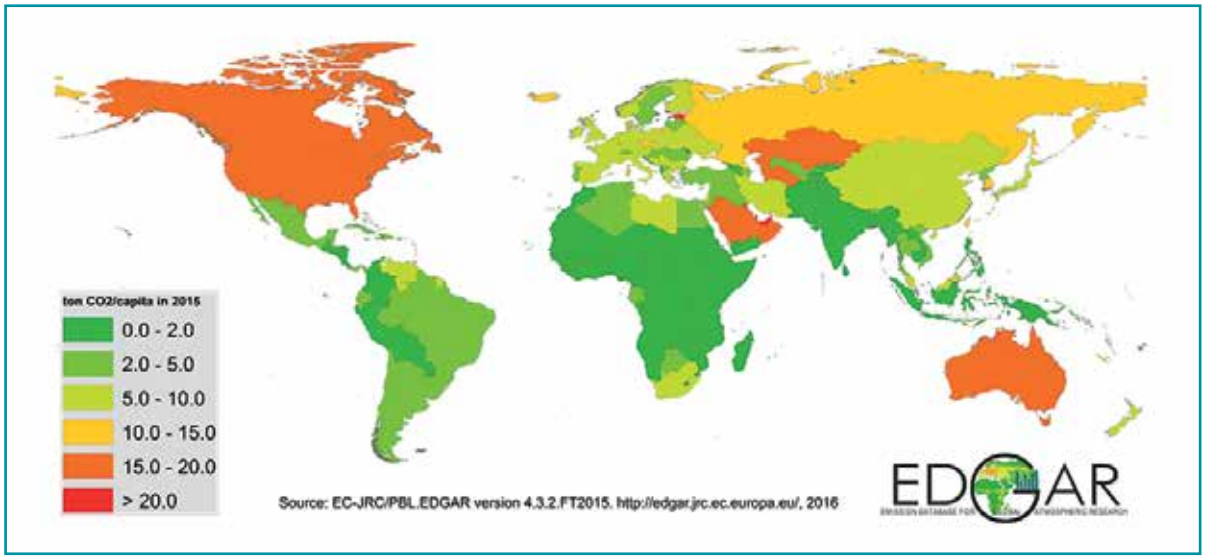

Abb. 3.14: CO_2-Fußabdrücke der Welt (in Tonnen pro Einwohner)

Um den eigenen CO_2-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 CO_2 entsteht, wenn wir mit dem Flugzeug reisen. Eine Flugzeugreise erzeugt etwa 1.000 % mehr CO_2 als eine Reise mit der Bahn. Da bei der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien kaum Emissionen entstehen, stellt ein Wechsel des Stromanbieters eine weitere Möglichkeit dar, den eigenen CO_2-Fußabdruck zu verkleinern.

Unsere Ernährung spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle bei der Verringerung des CO_2-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 CO_2, 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 Hintergund des Klimawandels keine Alternative. 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/Pools/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_bf.pdf
Abb. 3.13: https://infographic.statista.com/normal/infografik_2140_Anteil_der_Wirtschaftsbereiche_an_den_menschlich_bedingten_Treibhausgas_Emissionen_n.jpg
Abb. 3.14: 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
Verwechselungsgefahr: 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

Habitus

Borke

Frucht

Bilder: www.baumkunde.de

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 Klimaelastizität 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

Bilder: www.baumkunde.de

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, Kegelkugeln)
- 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 dienten im Winter als Viehfutter

Habitus

Borke

Frucht

Bilder:
www.baumkunde.de

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 zulaufend, 4 – 7 cm lang, am Rand doppelt gesägt
Zweige: Spitzen herabhängend
Früchte: 2 – 3 mm große, geflügelte Nussfrüchte
Verwechslungsgefahr: Moor-Birke ohne herabhängende Zweigspitzen, junge Zweige behaart

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 dürregefährdeten 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

Bilder:
www.baumkunde.de

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

Bilder:
www.baumkunde.de

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

Bilder:
www.baumkunde.de

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

Habitus

Borke

Frucht

Bilder:
www.baumkunde.de

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

Bilder:
www.baumkunde.de

Gemeine Fichte (*Picea abies*)

Erkennungsmerkmale:
Höhe: bis 50 m
Alter: bis 600 Jahre
Rinde: kupferbraun, löst sich in kleinen rundlichen 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

Bilder:
www.baumkunde.de

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

Bilder:
www.baumkunde.de

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 Wuchsleistungen, trockenresistent
- Gefahr, dass Art invasiv wird und sich ungewollt ausbreitet, nicht heimische Art könnte heimische Arten verdrängen
- Ähnliches Sturmwurfrisiko 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

Bilder:
www.baumkunde.de

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
- Kiefernnadelöl 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

Bilder: www.baumkunde.de

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

Bilder:
www.baumkunde.de

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 Samenmantel

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 Bogenbau
- 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