



Interreg

Austria-Hungary

European Union – European Regional Development Fund



REIN-Forest



Die Auswirkungen des Klimawandels

auf die Wälder allgemein und in der
österreichisch-ungarischen Grenzregion

LEHRMATERIAL FÜR SCHÜLERINNEN UND LEHRERINNEN DER OBERSTUFE

Impressum

Verlag: Das Amt der Selbstverwaltung des Komitates Vas

Redakteur: EFFIX-Marketing Kft.

Erscheinungsjahr: 2022

Das Lehrmaterial für SchülerInnen und LehrerInnen der Oberstufe wurde im Rahmen des Projekts REIN-Forest (ATHU150) im Rahmen des INTERREG V-A Programms Österreich-Ungarn mit Unterstützung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung erstellt.

Copyright © Das Amt der Selbstverwaltung des Komitates Vas

Die Verringerung der negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder ist ein dringendes Problem für die Menschheit und die Zukunft der Erde. Zu diesem Thema gibt es eine Menge an Informationen. Der Umfang dieses Lehrmittels beschränkt sich auf einen Überblick über die wichtigsten Fakten. Als Ausgangspunkt haben wir daher eine kurze Liste von Links für diejenigen zusammengestellt, die ihr Wissen zu diesem Thema vertiefen möchten:

www.masfelfok.hu

www.karbonkalkulator.hu 01

www.karbonkalkulator.hu 02

ttk.elte.hu 01

www.met.hu 01

www.upmforestlife.com

ttk.elte.hu 02

www.met.hu 02

info.bml.gv.at 01

info.bml.gv.at 02

www.klimafitterwald.at

info.bml.gv.at 03

www.scientia.hu

www.opslagco2inhout.nl

www.wald.rlp.de

www.proholz.at

www.klima.erti.hu

www.klimavaltozas.oeo.hu

nfk.gov.hu

publicatio.uni-sopron.hu

real.mtak.hu 01

real.mtak.hu 02



www.climate.nyme.hu

real.mtak.hu 03

erti.naik.hu

agrarklima2.nyme.hu

APPLIKATIONEN

Baumhöhenmesser

play.google.com 01

Schätzung der Blattfläche

play.google.com 02

Klimawandel

play.google.com 03

Rechner für den Kohlenstoff-Fußabdruck

play.google.com 04

Simulator für Walddynamik

etools.tuzvo.sk

INTERESSANTE INFORMATIONEN

Klicken Sie auf die Links!



Inhaltsverzeichnis

VORWORT	4
EINFÜHRUNG	5
KLIMAWANDEL	5
<i>Das Klima und der Begriff des Klimawandels</i>	5
<i>Temperaturveränderungen</i>	6
<i>Veränderungen des Niederschlags</i>	6
<i>Veränderungen der Klimazonen</i>	7
<i>Der Klimawandel in der österreichisch-ungarischen Grenzregion in der letzten Zeitperiode</i>	7
DER ZUSAMMENHANG ZWISCHEN KLIMAWANDEL UND WÄLDERN	8
<i>Die Wälder in Österreich und Ungarn</i>	8
<i>Die gemäßigten Wälder, Zonierung</i>	10
<i>Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Waldbestand</i>	11
<i>Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder in der österreichisch-ungarischen Grenzregion</i>	12
DIE ROLLE DER FORSTWIRTSCHAFT BEI DER BEKÄMPFUNG DES KLIMAWANDELS	14
<i>Das Konzept der anpassungsfähigen, naturnahen Waldbewirtschaftung</i>	14
<i>Optionen zur Minderung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder</i>	14
<i>Die Rolle der städtischen Grünflächen</i>	15
LITERATURVERZEICHNIS	18

Vorwort

LIEBE LEHRERINNEN UND LEHRER, SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER!

In unserem regionalspezifischen Unterrichtsmaterial über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder halten wir es für wichtig, die Schüler der Oberstufe über die Auswirkungen des Klimawandels auf lokaler Ebene zu informieren. Dadurch wird das Bewusstsein für die Verantwortung des Einzelnen gestärkt, da die negativen Folgen des Klimawandels zunehmend unser tägliches Leben beeinflussen.

Wir wollen das Bewusstsein der OberstufenschülerInnen mit interessanten Fakten und Zahlen über die österreichisch-ungarische Grenzregion erweitern und den LehrerInnen in der Region interaktive und erlebnisorientierte Übungen als Ergänzung zum Pflichtlehrplan anbieten.

*Dieser
freistehende
100 jährige Baum
(Linde, Eiche, Kastanie, Buche)
ist etwa 20-25 m hoch, hat einen
Kronendurchmesser von etwa 12 m,
bedeckt eine Standfläche von 120 m² und
verzehnfacht mit seinen Blättern die Bodenfläche
auf etwa 1200 m² Blattfläche. Durch die unzähligen
Atem- oder Spaltöffnungen der Blätter gelangt
Kohlendioxid (CO²) aus der Luft in die Zellen der Blätter,
wo mit Hilfe der Photosynthese unter Verbrauch von Wasser
und Sonnenenergie Kohlenhydrate (Zucker, Stärke) gebildet
und Sauerstoff (=O₂) abgegeben werden. Die Zelloberfläche für den
Gasaustausch hat mit etwa 15.000 m² die Größe von zwei Fußballfeldern!
Bei einem Gehalt von 0,03 % CO² in der Luft strömen etwa
36.000 m³ Luft durch die Blätter, wobei etwa 18 kg CO² verbraucht werden;
das entspricht dem durchschnittlichen CO²-Abfall von 2½ Einfamilienhäusern am Tag.
Die 13 kg O₂, die der Baum während der Atmung (= Photosynthese) gleichsam als
Abfallprodukt bildet, decken pro Tag den Bedarf von 11 Menschen. Unser Baum
verbraucht an einem heißen Sonnentag etwa 600 l Wasser, das sind
60 große, volle Wassereimer, und er verdunstet davon etwa
400 l wieder durch seine Blätter. Die Blätter werden von der Luft durchströmt
und filtern dabei den Staub, die Abgase und andere schädliche Stoffe (= Gifte), die
größtenteils im Blatt hängenbleiben. Bis zu 1 Tonne Staub und Gifte
filtert der Baum im Jahr. Die wertvollste Funktion eines Baumes ist also die eines
Klimareglers: der Baum bringt den Menschen
frische, reine, kühle und feuchte Luft! Für sich produziert der Baum an einem Tag etwa
12 kg Zucker, aus dem er seine organischen Stoffe aufbaut; einen Teil speichert er als
Stärke, aus dem anderen baut er sein Holz. Der Holzwert eines 100 jährigen Baumes
liegt mit etwa 3 Festmeter Holz im Durchschnitt bei 270 DM. Wird dieser
100 jährige Baum nun gefällt, so müsste man etwa 2.000 junge Bäume
pflanzen, wollte man ihn vollwertig ersetzen. Kosten
einer solchen Aktion: 4 Million DM! Durch zusätzliche
Leistungen eines Baumes in der Gemeinschaft des Waldes
repräsentiert der Baum sogar einen volkswirtschaftlichen
Wert von rund einer halben Million DM!
Luftverschmutzung, Gifte, Autos, Asphalt,
Salze, Gasleitungen, saurer Regen,
Wasser- und
Nahrungsmangel,
Schädlinge,
Schmutz oberhalb,
Schmutz unterhalb der Erde
- all dies macht den Baum krank,
Bäume aber sterben leise! - Erst der Baum, dann...?*

► **Abbildung:** Ein Baum ist mehr wert als ein Baum!

forrás: *Trefften wir uns im Wald!* Waldpädagogik. Handbuch mit praktischen Leitlinien, Ideen und Beispielen zur Waldführung

Einführung

In verschiedenen Perioden der Erdgeschichte hat sich das Klima der Erde zyklisch verändert, aber die Geschwindigkeit der Veränderungen war nie so hoch wie heute. Das Verständnis der Ursachen, des Ausmaßes und der wahrscheinlichen Auswirkungen des Wandels wird uns helfen zu verstehen, wie wir diese Veränderungen verlangsamen und beeinflussen können.

Wälder sind als eines der komplexesten Ökosysteme an Land von entscheidender Bedeutung für den Kampf gegen den Klimawandel.

In der EU können die Wälder etwa 8,9 % der Treibhausgase neutralisieren (2018).

Zusätzlich zu den Fragen des Klimawandels bietet das Lehrmaterial einen Überblick über das Potenzial erneuerbarer natürlicher Ressourcen durch die Beziehung zwischen Wald und Mensch.

Wir können viel für den Klimaschutz tun, aber wir müssen auch ein besonderes Augenmerk auf den Schutz unserer Wälder und die Aufforstung neuer Wälder legen.

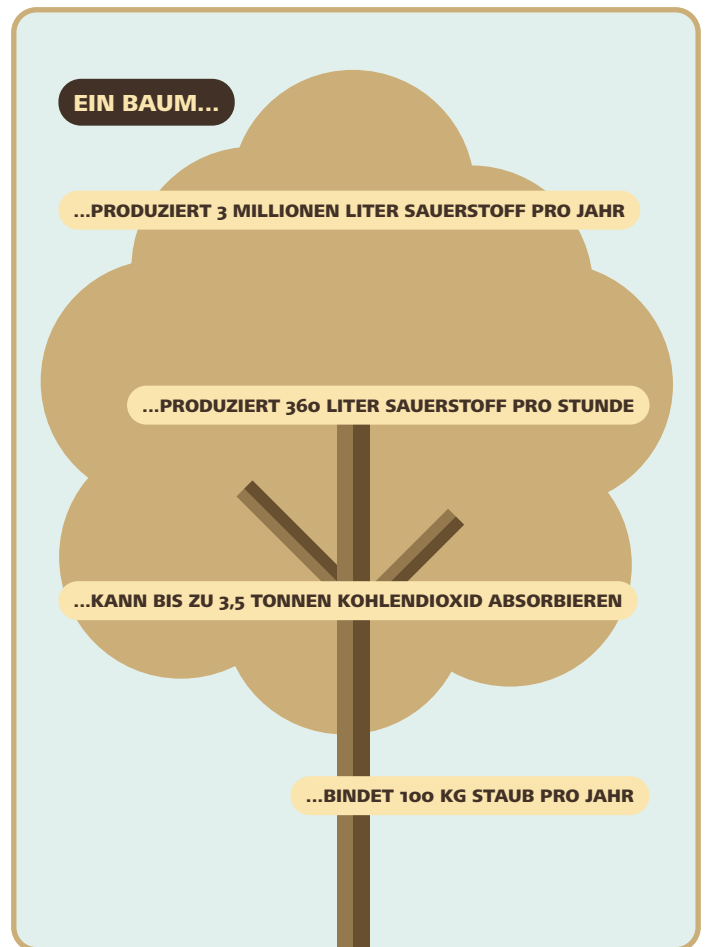
SCHÜTZEN WIR UNSERE WÄLDER!

Klimawandel

DAS KLIMA UND DER BEGRIFF DES KLIMAWANDELS

Das Klima auf unserem Planet ist nicht konstant. Sie verändert sich ständig und hat sich auch in der Vergangenheit verändert, wie die sich verschiebenden und verändernden Klimagürtel zeigen. Klima ist die Gesamtheit der langfristigen Wettermuster auf der Erde, die in einem System funktionieren und sich gegenseitig beeinflussen. Signifikante und dauerhafte Veränderungen in langfristigen Wettermustern auf lokaler oder globaler Ebene werden als Klimawandel oder Klimavariabilität bezeichnet.

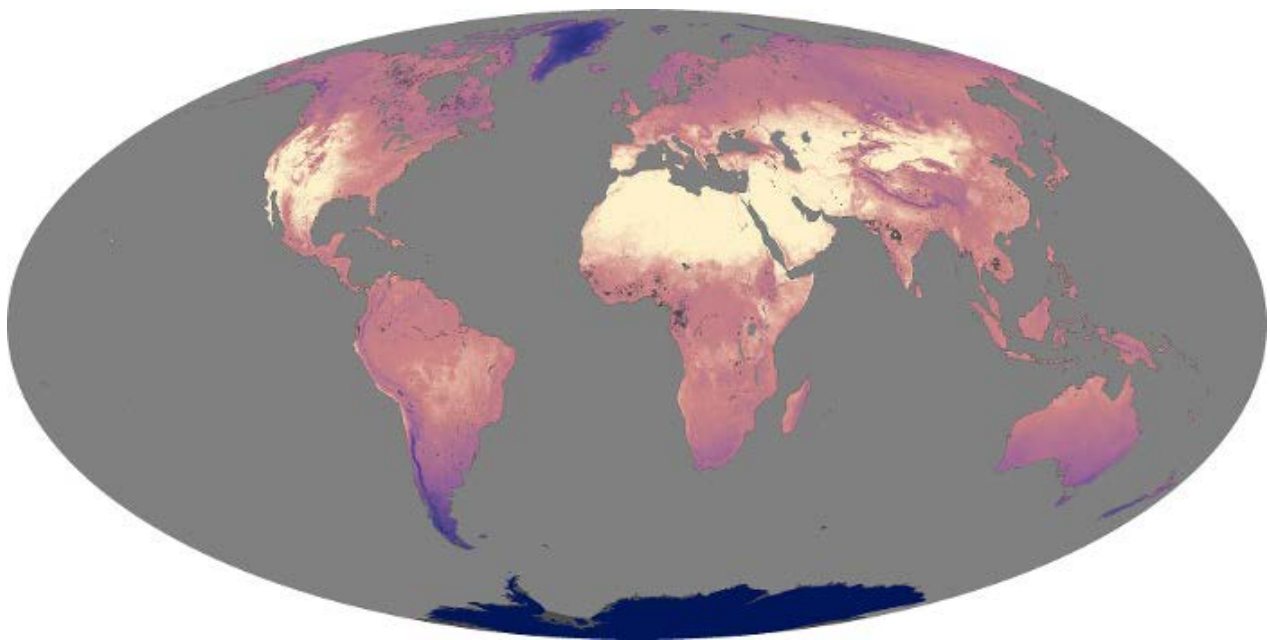
Der Klimawandel wird durch eine Kombination aus internen Schwankungen im Klimasystem (Atmosphäre, Land, Ozeane, Biosphäre und Oberflächenwasser, d. h. die Xerosphäre), Sonnenaktivität, Vulkanaus-



► **Abbildung:** Eigenschaften eines Laubbaumes

brüchen und anthropogenen Einflüssen verursacht, die parallel wirken. Der Mensch verändert nicht nur die Struktur der Landvegetation, sondern beeinflusst auch das Klima, indem er Aerosole, die einen Teil der Sonnenstrahlung reflektieren, und Treibhausgase in die Atmosphäre freisetzt. Der vom Menschen verursachte Klimawandel, d. h. der Klimawandel anthropogenen Ursprungs, hat auch natürliche Prozesse ausgelöst, die die natürlichen Treibhausgasemissionen erhöhen.

FAKTEN Die Sauerstoffproduktion eines erwachsenen Baumes entspricht in etwa dem jährlichen Sauerstoffbedarf eines Menschen während der Vegetationsperiode. Ein durchschnittlicher Personenkraftwagen verbraucht den Sauerstoffbedarf von 20 Personen auf einer Strecke von etwa 100 Kilometern in etwa einer Stunde.



Land Surface Temperature



► **Abbildung:** Entwicklung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur auf der Erde im Juli 2022
Quelle: earthobservatory.nasa.gov

TEMPERATURVERÄNDERUNGEN

Die Treibhausgasemissionen haben im Vergleich zu den Zeiten vor der industriellen Revolution erheblich zugenommen. Dies hat dazu geführt, dass die globale durchschnittliche Oberflächentemperatur heute um 1°C gestiegen ist.

HITZETAG: Die Zahl der Hitzetage nimmt in der österreichisch-ungarischen Grenzregion zu. Hitzetage sind Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur 30°C erreicht oder überschreitet.

Die Jahreszeiten verschwimmen oft, und die Sommer werden immer heißer. Lange Dürreperioden werden immer häufiger. Nicht nur im Winter, sondern auch im gesamten Zeitraum von Oktober bis März nimmt die Zahl der Frosttage ab. Die Zahl der verschiedenen Krankheitserreger und Schadinsekten wird durch die Kälte nicht eingeschränkt, und Spätfröste stellen eine ernsthafte Bedrohung für die Pflanzen dar.

Nach pessimistischen Prognosen wird sich der letzte Frühling des Jahres bis zum Ende des 21. Jahrhunderts um durchschnittlich 20 Tage verschieben. Außerdem wird die Wachstumsperiode (der Beginn der Vegetationsperiode) der Pflanzen noch früher liegen. So verursachen die letzten Frühjahrsfröste einen schweren Rückschlag in der Entwicklung der bereits grünen/blühenden Pflanzen.

FAKTEN Im Jahr 2003 verursachte die Hitzewelle rund 70 000 Todesfälle in 12 europäischen Ländern, vor allem bei älteren Menschen, da die Fähigkeit des Körpers, Wärme zu regulieren, mit zunehmendem Alter nachlässt. Schätzungen zufolge werden Hitzewellen bis 2050 etwa 120 000 Menschenleben fordern, wenn keine weiteren Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels ergriffen werden.

VERÄNDERUNGEN DES NIEDERSCHLAGS

Der Klimawandel hat Auswirkungen auf den gesamten Wasserhaushalt der Erde. Die Beschleunigung der hydrologischen Zyklen führt an einigen Orten zu sehr hohen oder extrem niedrigen Niederschlägen. Während starke Regenfälle Überschwemmungen und **Sturzfluten** verursachen, führen längere **niederschlagsarme Perioden** zu Trockenheit und Trinkwasserknappheit.

In der österreichisch-ungarischen Grenzregion ist eines der drängendsten ökologischen Probleme im Zusammenhang mit Niederschlagsdefiziten und Trockenheit der Wasserstand und die Verschlammung des Neusiedler Sees. In der österreichischen Gemeinde Rust wurde 2022 ein Pilotprojekt zur Vertiefung des Seebodens gestartet, bei dem versucht wird, den Schlamm abzupumpen, um die Wassertiefe zu erhöhen.



► Bild: Wüstenbildung

FAKTEN Anfang Oktober 2021 fiel in der italienischen Provinz Genua die Hälfte der jährlichen Niederschlagsmenge an nur einem Tag. Dies ist seit Beginn der Niederschlagsmessungen noch nie geschehen.

VERÄNDERUNGEN DER KLIMAZONEN

Als Folge des Klimawandels wird für die Zukunft eine deutliche Verschiebung der Klimazonen erwartet. Wenn die Treibhausgasemissionen im derzeitigen Tempo weitergehen, wird die Fläche der arktischen Eiskappe, der Tundra und der borealen Taiga im Allgemeinen abnehmen, während die Fläche der gemäßigten, ariden und savannenartigen Klimagürtel zunehmen wird. Das Taigaklima, das auch als subarktisches Klima bezeichnet wird, ist das extremste gemäßigte Klima mit den größten jährlichen Temperaturschwankungen, relativ warmen Sommern und strengen Wintern.

Umkipppunkte des Klimas sind kritische, unumkehrbare Veränderungen, die ab einem bestimmten Erwärmungsniveau auftreten.

Wenn das Schmelzen der arktischen Eiskappe diesen Punkt überschreitet, wird das Gebiet im Sommer weitgehend eisfrei sein. Eine Abschwächung der Meeresströmungen in Europa könnte das Auftreten von extremen Wetterereignissen verstärken. Die Brände in den borealen Wäldern der sich erwärmenden nördlichen Regionen könnten zunehmen, wodurch Waldgebiete mit hoher Kohlenstoffaufnahmekapazität zu Kohlendioxid-Emittenten werden.

Bei einem globalen Temperaturanstieg von 3-3,5 °C werden sich die Meeresströmungen (einschließlich des Golfstroms) verlangsamen oder sogar zum Erliegen kommen.

Seit 1970 hat der Mensch 17 % des Amazonas-Regenwaldes zerstört. Der Kipppunkt wird auf 20-40 % geschätzt, was letztlich die Umwandlung des Regenwaldes in ein savannenähnliches Gebiet mit einem offensichtlich erheblichen Verlust an biologischer Vielfalt bedeuten würde, was den Anstieg des atmosphärischen Kohlenstoffs weiter verstärken würde.

DER KLIMAWANDEL IN DER ÖSTERREICHISCH-UNGARISCHEN GRENZREGION IN DER LETZTEN ZEITPERIODE

Die österreichisch-ungarische Grenzregion gehört derzeit zur gemäßigten Zone mit kontinentalem Klima. Aufgrund des anthropogenen (vom Menschen verursachten) Klimawandels nimmt die Zahl der Tage mit Höchsttemperaturen über 35 °C in diesem Gebiet zu. Immer häufiger auftretende extreme Niederschlagsereignisse von mehr als 10-20 mm führen zu Sturzfluten, die an steilen Hängen zu Erosion der natürlichen Bodenbedeckung und Bodenrutschungen führen können. Die ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge im Laufe der Zeit führt zu häufigeren Dürreperioden, die die Waldbewirtschaftung und die landwirtschaftliche Produktion erschweren. Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten nehmen weltweit ab, aber die Wahrscheinlichkeit extremer windiger Wetterereignisse steigt, und die Zahl der Stürme, die mit der Aktivität von Wirbelstürmen einhergehen, nimmt zu. Im Winter bedeutet der Rückgang der durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten, dass die Luftverschmutzung durch Industrietätigkeit und Heizung in der unteren Atmosphäre verbleibt.

FAKTEN In der Europäischen Union sind die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu den 1990er Jahren deutlich zurückgegangen. Unter den verschiedenen Landnutzungsarten weist die Forstwirtschaft die höchste Kohlenstoffbindung auf.

Es wird erwartet, dass der Klimawandel die Klimazonen der Vegetation verschieben und verändern wird. Der Anteil der bewaldeten Flächen wird deutlich abnehmen, die Grenzen geschlossener Waldbestände (Eiche, Buche) werden sich nach Westen verlagern, und die meisten flachen (Tiefland-) Gebiete werden zu Steppen werden.

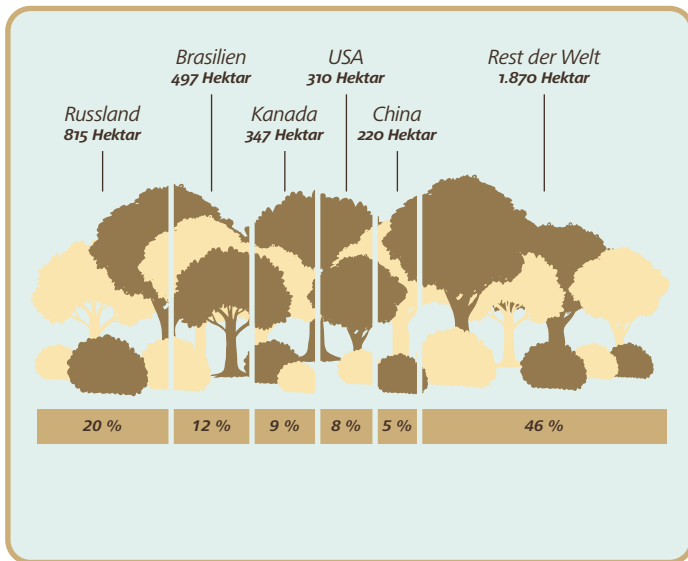
Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Wäldern

Der Wald als Gemeinschaft, als Ökosystem, ist in hohem Maße von seiner Umgebung abhängig. Diese Beziehung gilt natürlich auch umgekehrt: Der Wald beeinflusst auch seine Umgebung. Die so genannten abiotischen Einflüsse sind die Bedingungen und Faktoren, die als unbelebte Dinge auf die Elemente und Systeme des Waldökosystems einwirken. Veränderungen bestimmter Klimatelemente wirken sich auf das Ökosystem Wald aus.

DIE WÄLDER IN ÖSTERREICH UND UNGARN

Auf der Erde wachsen etwa 3 Billionen Bäume, das sind mehr als 400 Bäume pro Person der Weltbevölkerung.

Russland, Brasilien, Kanada, die Vereinigten Staaten und China verfügen über die größten Waldflächen. Das ist mehr als die Hälfte der gesamten Waldfläche der Welt.

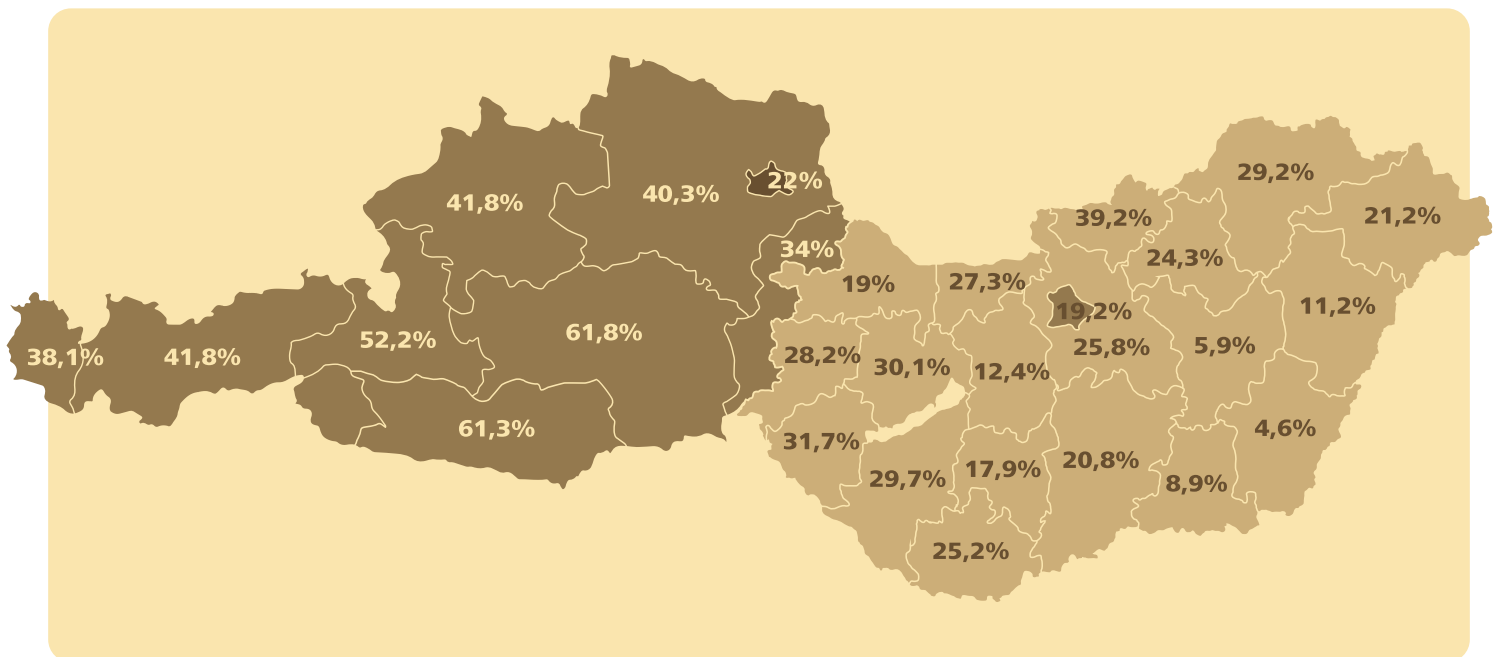


	ÖSTERREICH	UNGARN
Waldanteil	~47 %	~21 %
Waldbestand	~ 4.015.000 ha	~ 2.063.659 ha
Vorrat	~ 1.172,6 Million m ³	~ 399.000.000 m ³
laufender jährlicher Zuwachs	~ 29,7 Million m ³	~ 13 Million m ³
Benutzungsrate des jährlichen Zuwachses	~88 %	~50 %

► **Abbildung:** Die Waldfläche in Ungarn und Österreich nimmt dank der Aufforstung jedes Jahr zu.

► **Abbildung:** Verteilung der Waldfläche der Erde

Quelle: cepf-eu.org



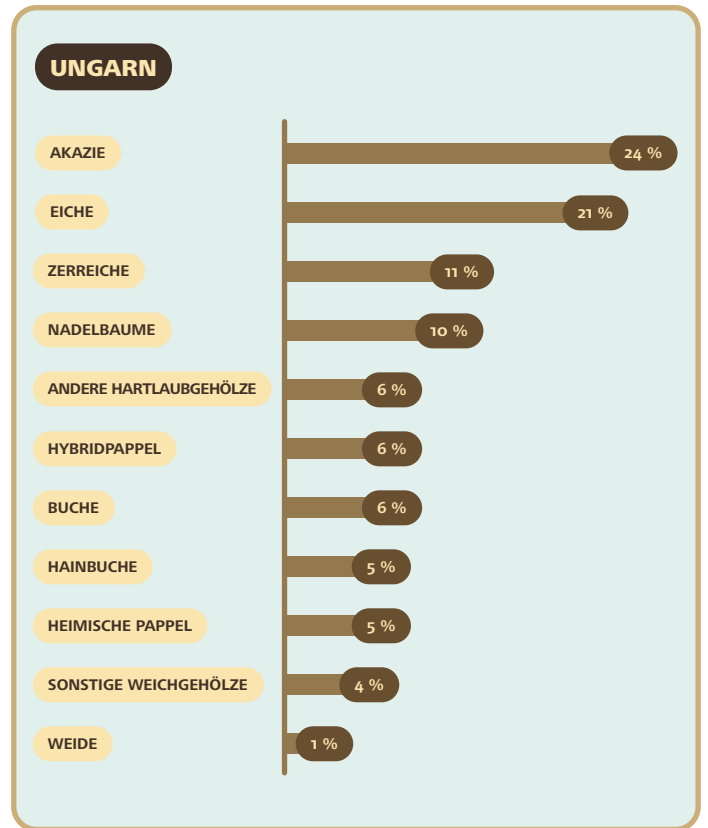
► **Abbildung:** Waldflächenanteil in Österreich und Ungarn

Quelle: Basierend auf Daten von www.nfk.gov.hu und www.geo.bfw.ac.at

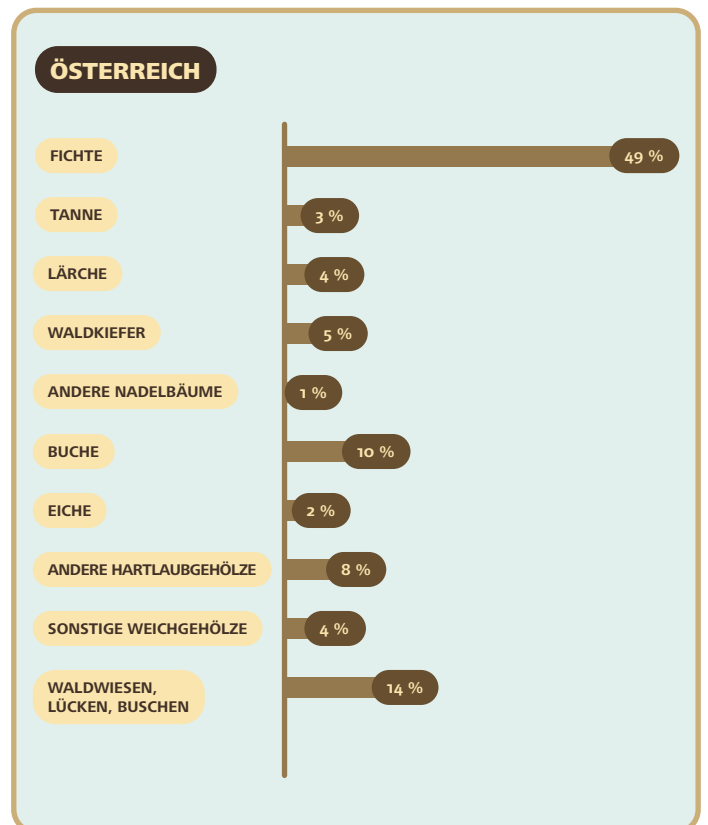


► **Bild:** Burgenländischer Wald Foto

In Ungarn sind die meisten Wälder laubabwerfend, während in Österreich die Kiefernwälder dominieren, wobei der Anteil der Fichte etwa 49 % beträgt.



► **Abbildung:** Anteil der einzelnen Baumarten in Ungarn
Quelle: Basierend auf Daten von www.nfk.gov.hu

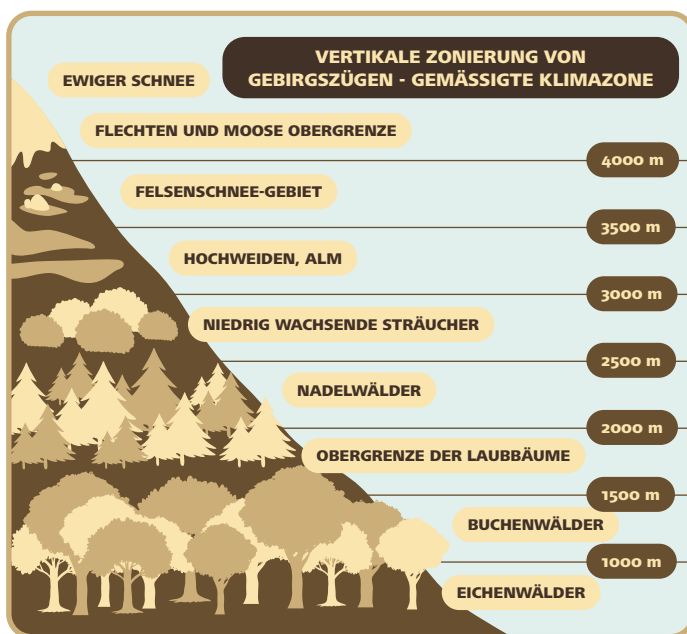


► **Abbildung:** Anteil der einzelnen Baumarten in Österreich
Quelle: Basierend auf Daten von info.bml.gv.at

DIE GEMÄSSIGTEN WÄLDER, ZONIERUNG

Komplexe Waldgesellschaften in Österreich und Ungarn **folgen der zonalen Struktur der Wälder der gemäßigten Zonen**. Nach der Waldklimaklassifikation nimmt mit zunehmender Höhe die Durchschnittstemperatur ab und die Luftfeuchtigkeit zu, was im Wesentlichen bestimmt, welche Baumarten in welcher Zone gedeihen. Es wird erwartet, dass sich diese beiden Parameter mit dem Klimawandel verändern werden.

Die ungarischen Waldgesellschaften sind typischerweise aus Laub- und Nadelbaumarten bestehende Mischbestände zwischen Tiefland und Mittelgebirge. Anders als in Österreich gibt es hier keine zonalen Nadelbaumgemeinschaften, sondern nur deren extrazonale Formen. In den Hochgebirgsregionen Österreichs beginnt die Nadelbaumzone in einer Höhe von etwa 1200 m über dem Meeresspiegel und erreicht dann die Waldgrenze durch Zirbenwälder, oberhalb derer es keine Vegetationsdecke gibt, die als Waldgesellschaft bezeichnet werden kann.



► **Abbildung:** Grenzen der Waldgesellschaft

Nach der Waldklimaklassifikation ist das Waldsteppenklima typisch für Tieflandgebiete, das Zereichen-Klima für niedrigere Hügel und einige Tieflandgebiete und das Hainbuchen-Eichen, bzw. das Buchen-Klima für Hügel- und Berglandschaften. Die Namen der Klimaklassen beziehen sich auf die vorherrschenden Baumarten.



► **Bild:** Ungemischte Buche in Alpenostrand

In der österreichisch-ungarischen Grenzregion sind die Traubeneichen und die Buchen einheimisch. Als einheimische Baumarten gelten alle Baumarten, die nicht durch Anpflanzung oder künstliche Eingriffe in ihren Lebensraum eingeführt wurden, sondern seit mindestens zweitausend Jahren in diesem Gebiet vorkommen.

Sowohl die Blätter als auch die Früchte der Traubeneiche sind unverwechselbar und leicht zu erkennen. Ihre Rinde ist zerfurcht. Ihr Holz ist hart und ein wertvoller Industrierohstoff. Sie können durch die große Sommerhitze, Früh- und Spätfröste und starke Winterfröste geschädigt werden. Sie bevorzugt gleichmäßigere Wachstumsbedingungen. Seine Schädlinge: die Eichennetzwanze, der Schwammspinner, der Eichenprozessionsspinner, der Maikäfer, die Gallwespen, verschiedene Pilze wie z.B. Hallimasch, bzw. die Mistel.



► **Bild:** Blätter und Früchte der Traubeneiche
Quelle: © Dr. Korda Márton

Typisch ist auch der Buchenwald. Zwischen den glattrindigen, geraden Stämmen unter dem geschlossenen Kronendach wachsen im Frühjahr krautige Pflanzen in offenen Flecken. Die Buche ist das wichtigste Holz für die natürliche Waldverjüngung. Sein Holz findet in der Holz- und Möbelindustrie vielfältige Verwendung. Sie ist empfindlich gegenüber extremen Witterungsbedingungen wie Spätfrost, langen Dürreperioden und extremem Sturmwetter. Seine Schädlinge: der Buchenspringrüssler, die Buchenblattlaus und die Buchenwollschilddlaus.



► **Bild:** Blätter und Früchte der Buche
Quelle: © Dr. Korda Márton

Ein gutes Beispiel dafür ist die Fichte, die am empfindlichsten auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit reagiert. Wenn die Luftfeuchtigkeit sinkt, wird der Baum schwächer, da er mehr Wasser verdunstet, als er aufnimmt. Infolgedessen verschlechtert sich der allgemeine Gesundheitszustand des Baumes. Dies spiegelt sich auch in der Harzproduktion wider, die für die Verteidigungsfähigkeit des Baumes entscheidend ist. Mit weniger Harz bietet er keinen Schutz gegen Schädlinge wie Borkenkäfer, so dass der Baum weiter geschwächt wird und schließlich abstirbt. Dies wird als Schadenskette bezeichnet. Für die lokalen Experten im österreichisch-ungarischen Grenzgebiet ist dies ein ernstes Problem. Wo die Fichte verschwindet, sollen andere Baumarten, vor allem die Buche, auftreten.



► **Bild:** Fichtensterben im österreichisch-ungarischen Grenzgebiet
Quelle: © Dr. Csóka György

DIE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DEN WALDBESTAND

Mit sinkender Seehöhe steigen die Durchschnittstemperaturen und sinkt die Luftfeuchtigkeit. Diese beiden Faktoren sind ausschlaggebend dafür, welche Baumarten in welchen Zonen gedeihen. Es sind die Durchschnittstemperatur und die Luftfeuchtigkeit, die sich mit dem Klimawandel verändern. Generell verlagern sich die Wälder infolge des Klimawandels nach Norden. In der österreichisch-ungarischen Grenzregion haben die zunehmenden extremen Witterungsbedingungen in den letzten Jahren bereits dazu geführt, dass in fast der Hälfte der am stärksten bedrohten Buchen-, Fichten- und Eichenwälder aufgrund des sich verschlechternden Gesundheitszustands der Bäume Einschläge vorgenommen werden mussten.



► **Bild:** Buchdrucker
Quelle: © Dr. Csóka György

Waldbäume wachsen während ihres gesamten Lebens kontinuierlich, aber die Wachstumsrate ist unterschiedlich. Nach dem Sämlingsalter beschleunigt sich das Wachstum eine Zeit lang, verlangsamt sich aber im höheren Alter. Diese Wachstumsschwankungen werden durch so genannte Wachstumskurven beschrieben, die in der Ertragskunde untersucht werden. Die Wachstumsgeschwindigkeit wird nicht nur durch das Alter des Baumes, sondern auch durch seine Umgebung, wie z. B. das Klima und den Klimawandel, beeinflusst. Wenn das Wachstum der einzelnen Baumarten abnimmt, wird es weniger Zuwachs geben - die Menge an Holz, die genutzt und verwertet werden kann.

Die verschiedenen Klimamodelle zeigen, dass bei einem durchschnittlichen Temperaturanstieg von 2°C das gesamte Vorkommen der klimasensiblen Buchenarten im Bergland ernsthaft bedroht sein wird. Die Waldklimazonen verschieben sich als Reaktion auf den Klimawandel.

Alle Baumarten, einschließlich der Buche und der Traubeneiche, verfügen über eine genetische Reserve, die ihr Überleben sichert. Die Variabilität ihres genetischen Materials hilft ihnen, zu überleben. Weitere ungünstige klimatische Bedingungen werden jedoch zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustands und schließlich zum Verschwinden des Baumbestands führen. Sie wird daher durch andere Arten ersetzt. Experten überwachen ständig den Gesundheitszustand der Wälder, um sicherzustellen, dass die Auswirkungen des Klimawandels durch geeignete Waldbewirtschaftungsentscheidungen abgemildert werden können.

DIE AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE WÄLDER IN DER ÖSTERREICHISCH-UNGARISCHEN GRENZREGION

In der österreichisch-ungarischen Grenzregion sind **die Wälder komplex**: Auf ungarischer Seite sind Buchen-, Eichen-Hainbuchen- und Traubeneichen-Zerreichen-Wälder zu finden, während in den höheren Regionen Österreichs auch Nadelbaumarten vorkommen. Die Fichte ist in den ungarischen Gebieten der Grenzregion wahrscheinlich nicht heimisch. Dennoch ist sie in diesen Wäldern eine weit verbreitete Art, da ihr Holz häufig genutzt wird. Der Gesundheitszustand der Fichte hat sich durch Borkenkäferschäden, die vor allem der **Buchdrucker** in diesem Gebiet verursacht hat, erheblich verschlechtert.

Es gibt auch Waldreservate in der österreichisch-ungarischen Grenzregion. Die Waldfläche der Landschaftsgruppe hat in den letzten 10-15 Jahren deutlich zugenommen. Der Alpenraum zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Schutzwäldern aus, bei denen es sich hauptsächlich um Naturschutz handelt. Eine weitere wichtige Kategorie sind Waldflächen, die hauptsächlich für die Holzproduktion genutzt werden. Die jährliche Zuwachs in den Alpen ist relativ gering, was darauf hindeutet, dass das Gebiet von älteren Wäldern geprägt ist. Die Anpassungsfähigkeit der älteren Wälder ist geringer.

Der Gesundheitszustand des Baumbestands in diesem Gebiet ist durch erhebliche so genannte biotische und abiotische Schäden in den letzten 15 Jahren gekennzeichnet. Biotische und abiotische Faktoren bilden zusammen die natürliche Umwelt. Bei den abiotischen Faktoren handelt es sich um die für das Leben notwendigen physikalischen und chemischen Elemente und Phänomene, wie Licht, Temperatur, Luft, Atmosphäre, Wind, Wasser, Topografie und Naturkatastrophen. Zu den biotischen Faktoren gehören alle Lebewesen wie Tiere (zum Beispiel: Wirbeltiere und Insekten), Pilze, Viren, aber auch die Evolution und Symbiose.

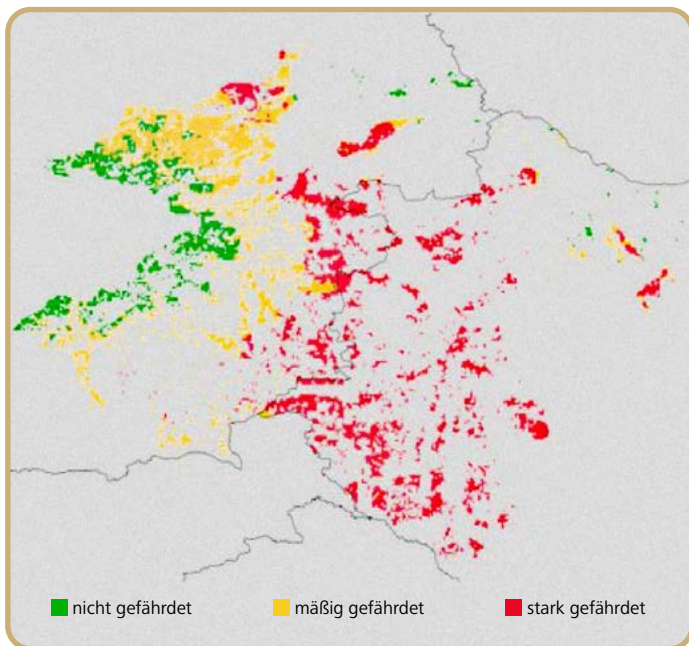
Neben den Schäden an den Fichten sind auch die Pilzschäden an den im Waldgebiet vorkommenden Edelkastanien typisch, die jetzt auch Stiel- und Traubeneichen infizieren.

In den Grenzgebieten herrschen häufige, manchmal stürmische Winde, die den Wäldern erheblichen Schaden zufügen. Bei Kiefernbeständen, die aufgrund von Windschäden großflächig abgeholzt wurden, verursachen beschleunigende Windströmungen auf den Kämmen erhebliche Schäden an jungen und mittelalten Wäldern auf der gegenüberliegenden Seite.

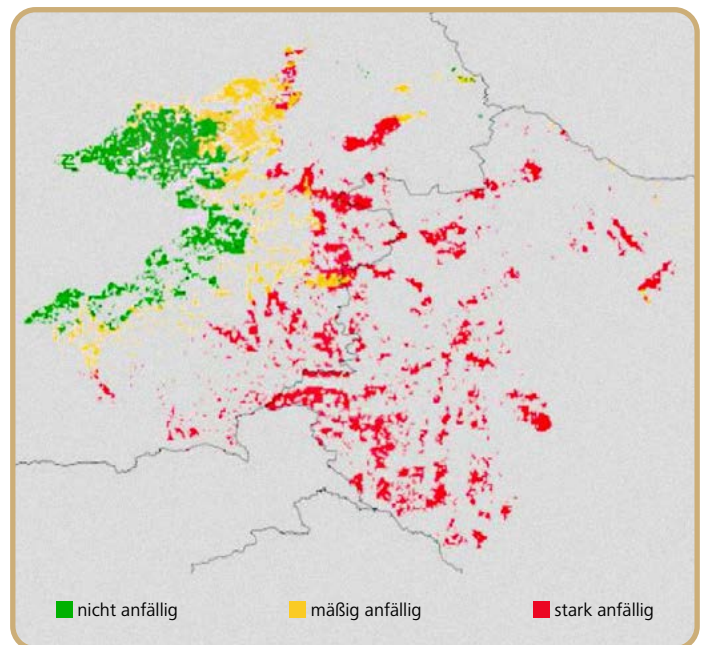


► **Bild:** Wildschweine in der österreichisch-ungarischen Grenzregion

Die folgende Abbildung zeigt die Gefährdung von Buche und Traubeneiche und die voraussichtliche künftige Situation der Baumbestände am Ende des Jahrhunderts im österreichisch-ungarischen Grenzgebiet. Experten zufolge werden die Buchenbestände in tief gelegenen Gebieten gefährdet sein, während sie in höheren Lagen ihre dominante Stellung behalten werden. Gleichzeitig wird die Traubeneiche im Flachland und im Hügelland bedroht sein und sich in den höheren Lagen Österreichs voraussichtlich auf Kosten der Buche ausbreiten.



► **Abbildung:** Gefährdung der Buche (*Fagus sylvatica*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion (2081-2100)
Quelle: vasmegye.hu



► **Abbildung:** Anfälligkeit der Traubeneiche (*Quercus petraea*) in der österreichisch-ungarischen Grenzregion (2081-2100)
Quelle: vasmegye.hu



► **Bild:** Buche im Soproner Gebirge

EIN BISSCHEN MATHEMATIK

Suche dir in einem nahe gelegenen Park einen Baum mit einer kleinen Krone, bei dem du leicht abschätzen kannst, wie viele Blätter er hat. Sammle herabgefallene Blätter! Miss die Blattfläche mit Millimeterpapier oder einer Handy-App (z. B. Leafscan - www.leafscanapp.com). Bestimme anhand der von dir geschätzten Gesamtzahl der Blätter die Blattfläche des gesamten Kronendachs in m^2 .

$1 m^2$ Laub bindet über die gesamte Vegetationsperiode durchschnittlich $150 g CO_2$. Ein Mensch atmet in Ruhe $480 mg CO_2$ pro Minute aus. Berechne, wie viele kleine Bäume das CO_2 binden würden, das die Klasse in einer Unterrichtsstunde ausatmet.



Die Rolle der Forstwirtschaft bei der Bekämpfung des Klimawandels

Forstwirtschaft ist eine bewusste menschliche Tätigkeit. Er dient nicht nur der Holzproduktion, sondern auch dem Klimaschutz, einschließlich der Bindung von Kohlenstoff in der Atmosphäre. Aber die geplante Waldbewirtschaftung bietet noch viel mehr.

DAS KONZEPT DER ANPASSUNGSFÄHIGEN, NATURNAHEN WALDBEWIRTSCHAFTUNG

Die naturnahe Waldbewirtschaftung ist ein Ansatz, bei dem die Waldbewirtschaftler in den Genuss von Waldprodukten und -dienstleistungen kommen und gleichzeitig die natürlichen Prozesse, die Nachhaltigkeit und die Artenvielfalt respektieren.

Wälder sind für den Menschen unverzichtbar und haben in der Regel eine dreifache Funktion:

- 1. wirtschaftliche Funktion:** zum Beispiel: Holzproduktion, Produktion von forstlichem Vermehrungsgut,
- 2. Gemeinwohlfunktion:** zum Beispiel: Heilwald, Parkwald, Lehrwald, Wildtiergarten,,
- 3. Schutzfunktion:** zum Beispiel: Gewässerschutz, Naturschutz, Bodenschutz, Landschaftsschutz.

Der Klimawandel hat die strategische Rolle der Wälder für die Erhaltung einer lebenswerten Umwelt noch verstärkt. Dazu gehören die Filterung der Luftverschmutzung, die positiven Auswirkungen auf das Mikroklima sowie die Bindung und Aufnahme von atmosphärischem Kohlendioxid. Der Holzkörper, das Wurzelsystem und das Kronendach bestehen aus kohlenstoffreichen Bestandteilen.

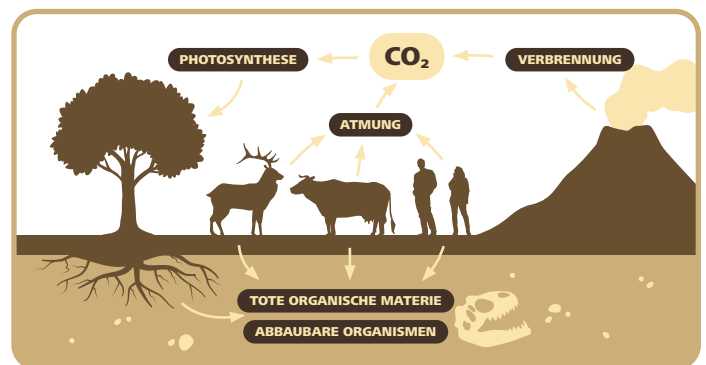
Wir behandeln und bewirtschaften die Wälder als eine erneuerbare natürliche Ressource. Die Waldbewirtschaftung darf nicht zu negativen Veränderungen der Fläche, der Struktur oder der Holzmenge führen, und die Natürlichkeit der Waldstruktur darf sich nicht verschlechtern.

Als eines der komplexesten natürlichen Systeme an Land sind Wälder für das menschliche Leben unverzichtbar.

Einen Baum zu fällen, bedeutet nicht die Zerstörung des Waldes. Vor allem dann nicht, wenn das Holz daraus nachhaltig genutzt wird, zum Beispiel für die

Herstellung von Möbeln. Die Verwendung von Brennholz in Verbrennungsanlagen mit entsprechenden Filtern führt zwar Kohlenstoff in den Kohlenstoffkreislauf zurück, setzt aber im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen (z. B. Erdöl, Erdgas) nicht mehr Kohlenstoff in den Kreislauf frei, sondern nur den gebundenen Kohlenstoff. Die in den Wäldern erzeugte Biomasse kann dementsprechend unter bestimmten Bedingungen auch zur Wärmeerzeugung genutzt werden.

Wälder können große Mengen an Kohlenstoff binden. Die Fähigkeit der Wälder, Kohlenstoff zu binden, hängt von der Baumart, dem Alter des Baumes und der Waldstruktur ab.



► **Abbildung:** Kohlenstoffkreislauf

OPTIONEN ZUR MINDERUNG DER AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE WÄLDER

Eine naturnahe Waldbewirtschaftung - ob im öffentlichen oder privaten Wald - kann dazu beitragen, den Klimawandel in Zukunft zu bekämpfen. Natürliche Prozesse fördern die Entwicklung einer idealen Baumartenstruktur und sichern die genetische Vielfalt. Eine gruppierte, gemischte Waldstruktur verbessert die Widerstandsfähigkeit des Waldes gegenüber extremen Wetterbedingungen.

Die natürliche Regeneration erhält den genetischen Bestand der Baumpopulation. Dies kann durch die Einführung von widerstandsfähigeren einheimischen Baumarten erleichtert werden. Bis zu einem gewissen Grad können Förster einem Wald auch durch künstliche Regeneration mit gut ausgewählten Setzlingen oder anderem Vermehrungsmaterial (Eicheln, Samen) helfen, die richtige Struktur zu entwickeln.

Eine natürliche, naturnahe Waldstruktur und Baumvielfalt kann durch natürlichen Waldbau erreicht werden. Dies ist der sogenannte Dauerwald. Es ist wichtig, sich vor Augen zu halten, dass ein Wald nicht nur eine Ansammlung von Bäumen ist. Zur Waldgemeinschaft gehören auch Sträucher, krautige Pflanzen, bodenbewohnende Insekten, Pilze und eine ausreichende Anzahl von Wildtieren, die die wachsenden Baumsetzlinge nicht schädigen.

Im ungarisch-österreichischen Grenzgebiet gibt es auch Waldgebiete, die seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr kommerziell bewirtschaftet werden, das heißt, die Förster führen weder Holzeinschlag noch künstliche Verjüngung durch. Diese Gebiete sind **Waldreservate**. In den Waldreservaten führen Experten regelmäßig Erhebungen über die natürlichen Prozesse der Waldstrukturveränderung durch. Die dabei gewonnenen Erfahrungen fließen in die forstwirtschaftliche Praxis ein.

Waldreservate sind geschützte Naturgebiete, die aus Kerngebieten und Schutzzonen bestehen. Das Kerngebiet ist frei von menschlichen Eingriffen und unterliegt vollen wirtschaftlichen Beschränkungen, außer aus Gründen des Waldschutzes oder der Gefahrenabwehr. Die Schutzzone umgibt das Kerngebiet und hat eine Schutzfunktion. In der Schutzzone dürfen nur forstwirtschaftliche Arbeiten durchgeführt werden, die die Schutzfunktion der Kernzone nicht beeinträchtigen.

FAKTEN In Österreich gibt es rund 200 Waldreservate (NWR) mit einer Gesamtfläche von 8.603 Hektar. In Ungarn gibt es 63 Waldreservate mit einer Gesamtfläche von etwa 13.000 Hektar (davon 3.665 Hektar Kerngebiete). Ein hervorragendes Beispiel für ein Waldschutzgebiet auf ungarischer Seite ist das Waldreseervat Hidegvíz-Völgy.



► **Bild:** Waldreservat im Grenzgebiet mit liegendem Totholz

Die Verwendung von Holz in verschiedenen Industriezweigen ist ein wichtiger Faktor im Kampf gegen den Klimawandel. Oberstes Ziel ist, Holz so lange wie möglich zu nutzen. Für die Bau- und Möbelindustrie ist umweltfreundliches Holz einer der wichtigsten Rohstoffe. In Zukunft sind viele neue Anwendungen denkbar, bei denen Holz aufgrund seiner günstigen Eigenschaften als Ersatz für den derzeit verwendeten Rohstoff (z. B. Kunststoff) verwendet werden kann.

Holz ist einer der umweltfreundlichsten Industrie- rohstoffe, der aus erneuerbaren natürlichen Ressourcen gewonnen wird, und seine Verwendungsmöglichkeiten werden immer vielfältiger.

DIE ROLLE DER STÄDTISCHEN GRÜNFLÄCHEN

In Städten, in der bebauten Umwelt, sind Grünflächen mit grüner Vegetation bedeckt, bewachsen und bepflanzt. Städtische Grünflächen werden von Stadtbäumen dominiert. Diese Grünflächen **binden erhebliche Mengen an Staub und absorbieren städtischen Lärm**. Pflanzen verdunsten Wärme aus ihrer Umgebung und kühlen sie dadurch ab. Außerdem **spenden sie Schatten und verändern die Wärmestahlungsmuster**. Sträucher und Bäume lassen das Niederschlagswasser über einen längeren Zeitraum in den Boden einsickern und **verbessern so die Wasserrückhaltung im Boden**. Bei den Grünflächen kann es sich um beschränkte öffentliche Flächen (z. B. Museumsgärten) oder um private Gärten handeln. Ihre primäre Funktion kann das Gemeinwohl sein - Erholung, Sport, oder auch die Produktion von (Heil-)Pflanzen usw.



► **Abbildung:** Die Rolle der Bäume in Grünanlagen

GRÜNFLÄCHEN: sind eine Kategorie der Flächennutzung, die besonderen Rechtsvorschriften unterliegt, ein Vorranggebiet für Grünflächen. Grünflächen können nur öffentliche Räume sein. Dazu gehören öffentliche Parks, öffentliche Plätze, Spielplätze usw.



► Bild: Städtische Grünflächen

Bäume auf Grünflächen sind in der Regel sehr alt. Wenn sie älter sind, können sie von vielen Pilzarten und anderen Schädlingen befallen werden. Die Äste kranker Bäume können abbrechen und ihre Stämme können sich bei Stürmen verdrehen. Es ist ratsam, diese Bäume von Zeit zu Zeit zu kontrollieren.

Die Baumkontrolleure ergänzen die Sichtprüfung auch durch instrumentelle Messungen, mit denen eine mögliche Fäulnis im Baum festgestellt werden kann, ohne den Baum zu beschädigen. Dies geschieht mit Hilfe eines akustischen Tomographen, der die Geschwindigkeit der Schallausbreitung im Holz misst. Es ist auch möglich zu bestimmen, wie stark Windböen den Baum entwurzeln können. Solche Tests sind statische oder dynamische Wurzeltests. Die Krone eines gefährlichen Baumes muss fixiert, gegebenenfalls zurückgeschnitten oder sogar der ganze Baum gefällt werden, um die Anpflanzung einer geeigneten Art zu ermöglichen.

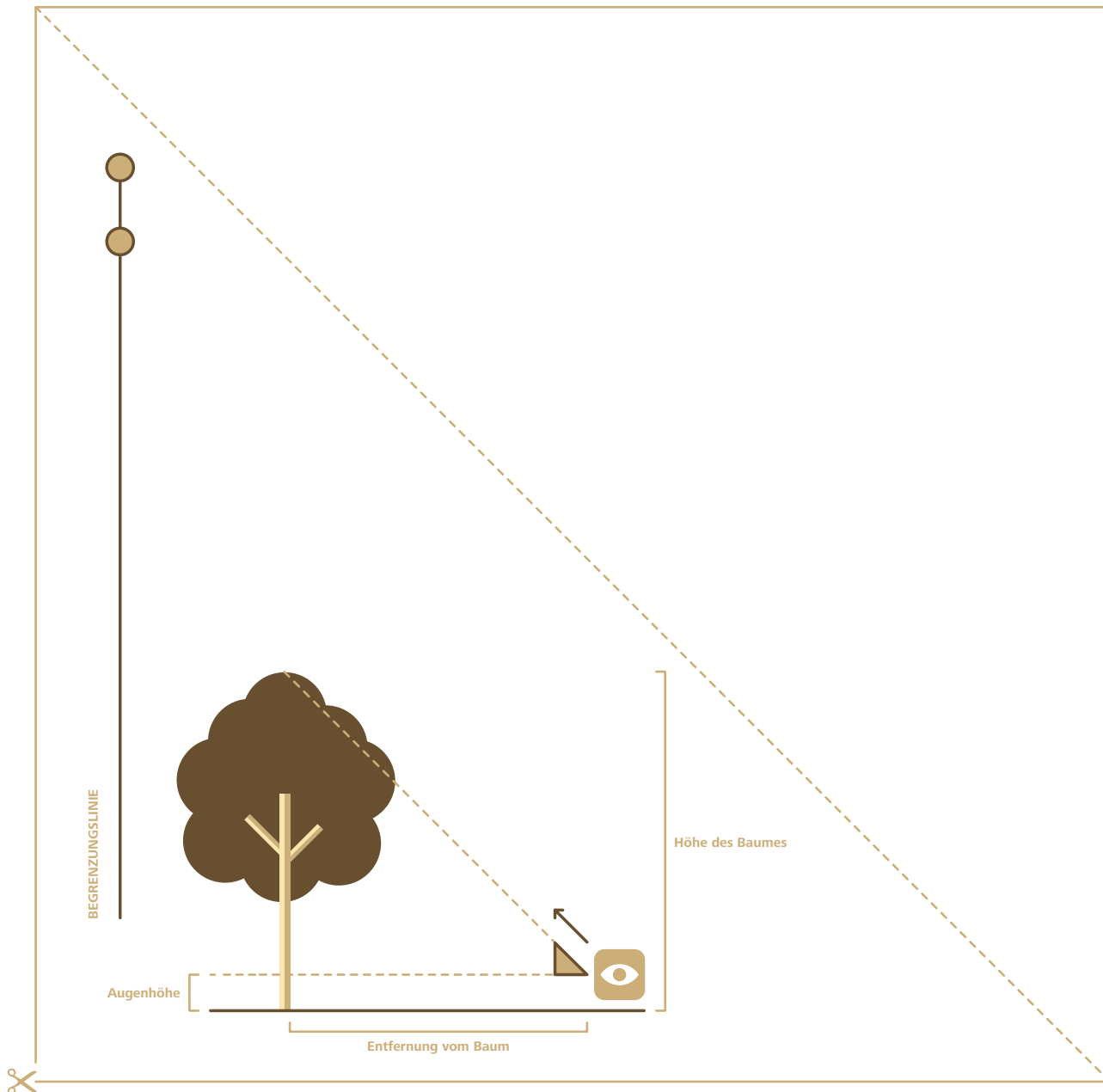


► Bild: Instrument zur Photosynthese von Blättern



► Bild: Baumgutachten

Die Grünflächen der Stadt beherbergen zahlreiche Arten, darunter auch geschützte Arten. Verschiedene Singvogel-, Fledermaus- und Insektenarten sind in unseren Parks zu Hause, aber auch eine der bekanntesten geschützten Arten, der Ost-Igel, ist mit diesen Gebieten verbunden. Die Pflege, der Schutz und die ordnungsgemäße Bewirtschaftung städtischer Grünflächen ist daher nicht nur für die Stadtbewohner wichtig, sondern in gewisser Hinsicht auch eine Aufgabe des Naturschutzes.



MESSUNG DER HOLZHÖHE

Fertige das folgende Gerät zur Messung der Baumhöhe an. Finde den höchsten Baum, den du in deiner Gegend kennst! Wie viele Male so groß wie dein größter Klassenkamerad?

Benötigte Materialien

20-25 cm Kordellänge, Kleines Gewicht (größere Perle oder Knopf), dickes Stroh, Klebeband oder Klebstoff, Bleistift zum Lochen des Papiers

Vorbereitung des Holzhöhenmessgerät

Schneiden Sie das Quadrat entlang der Linien ein und falten Sie es dann entlang der Diagonale in der Mitte, sodass ein Dreieck entsteht. Stanzen Sie an den beiden Punkten der vertikalen Linie ein Loch in das Papier, verdrahten Sie es neu und binden Sie die Schnur so fest, dass Sie das kleine Gewicht am Ende der Schnur haben. Kleben Sie die beiden Dreiecke zusammen und kleben Sie dann den Strohhalm an die Faltlinie.

Verwendung des Instruments

Halten Sie das Dreieck so vor Ihr Auge, dass Sie durch den Strohhalm sehen können und die Schnur parallel zur Aufhängeschnur verläuft. Das Gerät ist dann nivelliert. Gehen Sie vom Baum aus rückwärts oder vorwärts, bis Sie die Spitze des Baumes durch das Stroh sehen können. Messen Sie mit einer Stufe oder einem Maßband, wie weit Sie vom Baum entfernt sind, und fügen Sie dann Ihre Augenhöhe hinzu, um die Höhe des Baumes zu ermitteln!



Literaturverzeichnis

Bartholy, J., Pongrácz, R. szerk. (2013): Klímaváltozás, E-learning tananyag

Csóka, Gy., et. al. (2018): Erdei rovarok reakciói a klímaváltozásra (esettanulmányok), Erdészettudományi Közlemények, 8. évf. 1. szám. 149-162.

Czúcz, B, Gálhidy, L., Mátyás, Cs. (2013): A bükk és a kocsánytalan tölgy elterjedésének szárazsági határa, Erdészettudományi Közlemények, 3. évf. 1. szám, 39-53.

Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) 2013 adatok

Frank, t. (szerk.) (2000): Természet – Erdő – Gazdálkodás, Eger

Gulyás, K. (2017): A klímaváltozás hatása a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) elterjedésére és produkciójára, doktori értekezés

Illés, G. (2018): A klímaváltozás nyomán bekövetkező fatermés-változás becslése a kocsánytalan tölgy példáján, Erdészettudományi Közlemények, 8. évf. 1. szám, 105-118.

Kolozs, L. (szerk.): Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) 1988-2008

Kolozs, L. (2019): Erdővédelmi Mérő és Megfigyelő Rendszer (EMMRE) igazgatás által működtetett alrendszerei, előadás

Koltay, A. (2006): Az erdők egészségi állapotának változásai az erdővédelmi monitoring rendszerek adatai alapján, Tájökológiai lapok, 4 (2): 327-337.

Koltay, A. (2004): Erdővédelmi monitoring rendszerek Magyarországon, Erdészeti Lapok, 2004. 139. évf. 9.

Korda, M (szerk.) (2016): Az erdőgazdálkodás hatása az erdők biológiai sokféleségére, Tanulmánygyűjtemény, Budapest, Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, 2016

Mátyás, Cs. szerk. (2005): Erdészeti ökológia, digitális tankönyv

Mátyás, Cs. et.al. (2007): A klímaváltozás hatása a zonális fafajok egészségi állapotára és elterjedésére = The effect of climate change on the health condition and distribution of zonal tree species. Munka-beszámoló. OTKA.

2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról és rendeletei

Klíma hatások Nyugat-Magyarországon
TÁMOP-4.2.2/08/1-2008-0020 kutatási eredmények

erdoeltar.nfk.gov.hu

nfk.gov.hu 01

masfelfok.hu

levego.hu 01

forest.eea.europa.eu

klimavaltozas.oee.hu

bfw.ac.at

geo.bfw.ac.at

klimafitterwald.at

levego.hu 02

europarl.europa.eu

xforest.hu

index.hu

geo.bfw.ac.at

ksh.hu

nfk.gov.hu 02

geo.bfw.ac.at

parkerdo.hu

agrarszektor.hu

nak.hu

nfk.gov.hu 03

nfk.gov.hu 04

portal.nebih.gov.hu