



GENial Der Wald im Klimawandel



MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION

BUNDEMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT
UND TOURISMUS



Österreichisches Bundesministerium für die Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherangelegenheiten



Herzlichen Dank an alle,
die bei der Entstehung dieser
Broschüre mitgewirkt haben.

Impressum

Herausgeber

BIOSA-Biosphäre Austria
Hermine Hackl
ZVR: 567018724
Schauflegasse 6/V, 1010 Wien
0664/1569855
biosa@landforstbetriebe.at
www.biosa.at

Texte

Kurt Ramskogler, LIECO
Silvio Schüller, BFW
Rüdiger Morawetz, Telemotion
Gerald Kreisel, Telemotion
Susanne Käfer

Bilder und Abbildungen

Archiv Telemotion und BFW

Idee, Konzept und Redaktion

BIOSA-Biosphäre Austria (Renate Haslinger)
Telemotion, BFW, LIECO

Layout

www.diewerbetrommel.at

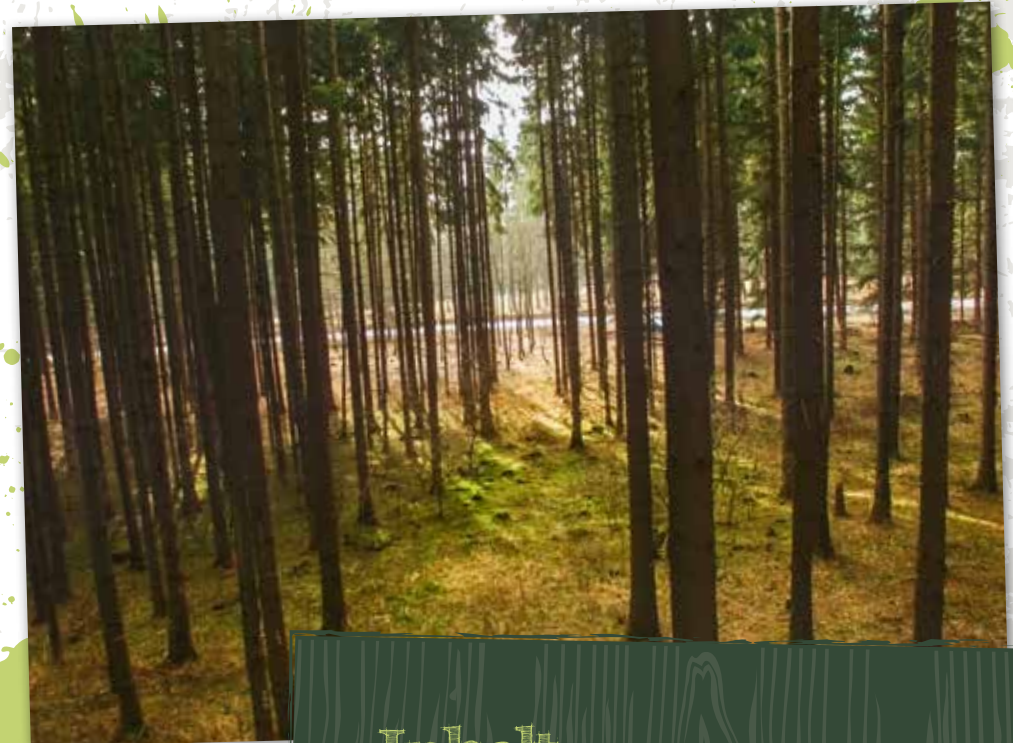
Druck

gugler print Melk

Diese Broschüre wurde auf PEFC-Papier nach den Richtlinien des Österreichischen Umweltzeichens mit Pflanzenölfarben und Öko-Lack im einzigartigen Cradle2Cradle-Verfahren (=garantierter nachhaltiger Produktkreislauf) und dem greenprint klimapositiven Druckverfahren hergestellt.



greenprint*
klimapositiv gedruckt



Inhalt

- 04 Vorwort
- 06 Klimawandel
- 08 Klimawandel und Wald
- 10 Kohlenstoffspeicher Wald
- 12 Schäden und Schädlinge
- 14 Natürliche Anpassungsmechanismen
- 16 Gesetzliche Grundlagen
- 18 Saatgut und Pflanzenzüchtung
- 20 Aufforstung und Baumartenwahl
- 22 Durchforstung
- 24 Kleinwaldbesitzer
- 26 Quellen, Partner

Zu Gunsten der einfacheren Lesbarkeit wird auf gendergerechte Formulierungen verzichtet.
Die Bezeichnung von Personengruppen bezieht die weibliche Form stets mit ein.

Download von Film und Broschüre unter www.biosa.at und www.telemotion-film.at © März 2018

Den Wald nachhaltig klimafit machen



© BMNT/Paul Gruber

Der österreichische Wald steht vor großen Herausforderungen, gerade was den Klimawandel anbelangt. Gleichzeitig leistet gerade der Wald selbst, als CO₂-Senker, einen maßgeblichen Beitrag um den Klimawandel zu bekämpfen. Es ist uns daher wichtig zu wissen, dass vor allem ein bewirtschafteter Wald der beste Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel ist. Es ist unbedingt notwendig, den Wald an den Klimawandel anzupassen, dabei müssen wir die Waldbesitzer unterstützen. Neben einer standortangepassten Baumartenauswahl und konsequenten Waldpflegemaßnahmen während der gesamten Umtriebszeit muss selbstverständlich auch ein waldverträgliches Wildtiermanagement stattfinden. Weiters leistet eine beständige Holzmobilisierung insbesondere im Kleinwald einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Es gibt also eine Vielzahl von Maßnahmen, die gesetzt werden können, um den Wald nachhaltig klimafit zu machen sowie unsere Wertschöpfungskette Forst-Holz-Papier und den ländlichen Raum zu stärken. Das ist unsere Aufgabe, gemeinsam mit den Waldbesitzern. Diese Broschüre und der zugehörige Film „GENial – Der Wald im Klimawandel“ sollen einen Beitrag leisten, Verständnis für das Thema bei Waldbewirtschaftern und allen am Wald Interessierten zu schaffen.

Ihre Elisabeth Köstinger
Bundesministerin für Nachhaltigkeit
und Tourismus



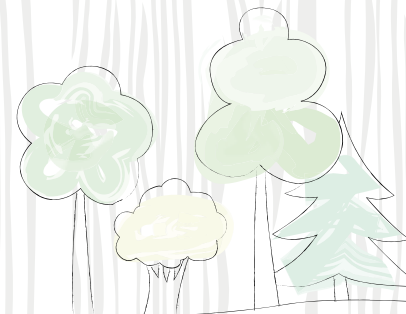
Der Wald ist Teil der Lösung



Wetterextreme sind Teil unseres Alltags geworden. Der Klimawandel spielt dabei eine entscheidende Rolle. Der Wald ist einer der Hauptbetroffenen dieser Veränderungen, aber auch gleichzeitig Teil der Lösung. Die Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer haben es dabei wesentlich in der Hand, WIE ihr Wald mit den großen Herausforderungen des Klimawandels zurechtkommt. Dabei ist ein nachhaltig genutzter und gepflegter Wald einfach stabiler und klimafitter. Durch liebevolle und gekonnte Pflege erfährt der Wald aber auch eine deutliche Wertsteigerung. Das ist nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch gemeint. Eine gekonnte und schonende Pflege der Wälder ist nichts „Verwerfliches“. Wir leben seit Jahrhunderten in einer Kulturlandschaft, die durch regelmäßige menschliche Eingriffe gestaltet wurde. Den Wald zu nützen bedeutet also auch, das Klima zu schützen. Jeder nachhaltig geerntete Festmeter ist ein wertvoller Beitrag zur gesamten Volkswirtschaft. Immerhin ist der Forst- und Holzsektor in Österreich der zweitwichtigste Wirtschaftsfaktor und Arbeitgeber für mehr als 300.000 Menschen. Es gibt also viele Gründe dafür, sich mit dem „Wald im Klimawandel“ auseinander zu setzen. Diese Broschüre wird Ihnen dafür die Augen öffnen. Einfach GENial!

Herzlichst,

Ihre Hermine Hackl
BIOSA-Präsidentin





Schema: Treibhauseffekt



zu erkennen ist, sind CO_2 und CH_4 . CO_2 entsteht vor allem durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Natürliche Treibhausgasen, wie Ozeane und terrestrische Ökosysteme (vor allem Wälder) sind nur begrenzt dazu in der Lage das vom Menschen produzierte CO_2 aufzunehmen. Daher reichert sich CO_2 in der Atmosphäre an und verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt. So wurden im Jahr 2013 erstmals CO_2 -Konzentrationen über 400 PPM gemessen, Werte, welche die in Bohrkernen von Gletschereis gespeicherten CO_2 -Konzentrationen der letzten 800 000 Jahren weit überschreiten.

Klimawandel

Als Klimawandel bezeichnet man die Veränderung des Klimas auf der Erde, der natürliche als auch durch den Menschen bewirkte (anthropogene) Ursachen haben kann.

Die natürlichen Hauptursachen des Klimawandels sind die Neigung der Erdoberfläche, die Exzentrizität der Erde und die Sonnenaktivitäten. Die durch den Menschen verursachte globale Erwärmung – der seit Mitte des 19. Jahrhunderts beobachtete Anstieg der Durchschnittstemperatur – ist ein Indikator für den Klimawandel. Der größte Anteil der globalen Erwärmung wird durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe und die dadurch ansteigende Konzentration von freigesetzten Treibhausgasen (z. B.: CO_2 – Kohlenstoffdioxid und CH_4 – Methan) in der Atmosphäre verursacht.

Treibhauseffekt

Die Temperatur an der Erdoberfläche ist eine Folge der kurzwelligen Sonneneinstrahlung und der durch die Atmosphäre gebildeten Schutzhülle. Diese lässt den größten Teil der Einstrahlung zur Erdoberfläche durch, behindert aber die Abstrahlung der langwelligen Infrarot-Wärmestrahlung ins Weltall. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt würde die globale Durchschnittstemperatur statt $+15^\circ\text{C}$ unwirtliche -18°C betragen.

Die Intensität der Sonneneinstrahlung ist aber nicht auf jedem Punkt der Erde gleich. Die meiste Energie trifft zwischen dem nördlichen und südlichen Wendekreis auf, an den Polen aufgrund des flachen Einfallwinkels nur sehr wenig. Daraus ergeben sich an der Erdoberfläche Gebiete mit großen Temperaturunterschieden und



auch die verschiedenen Klimazonen. Die Wirkung der Treibhausgasen in der Atmosphäre auf die Bodentemperatur der Erde wird als Treibhauseffekt bezeichnet.

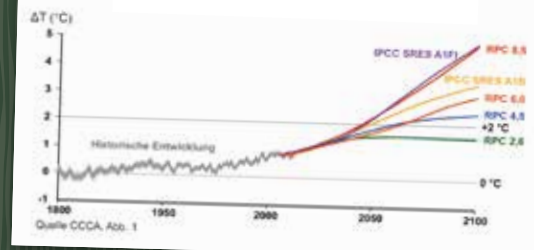
Die wichtigsten Treibhausgasen, deren menschlicher Einfluss am deutlichsten

Klimazukunft

Veränderungen des Klimas gab es immer schon, allerdings schreitet die derzeitige Veränderung durch den menschlichen Einfluss schneller voran, als noch vor 100 Jahren. Aktuelle Modelle der Forscher zeigen die mögliche Entwicklung bis 2100. Allerdings sind alle Vorhersagen an große Unsicherheiten gebunden, denn technologische und gesellschaftliche Entwicklungen bestimmen ganz wesentlich, wie viele Treibhausgasen wir in Zukunft ausstoßen. Zudem sind auch die globalen Klimamodelle mit Unsicherheiten behaftet.

Die Polkappen sind weit weg, aber in den Alpen kann durch das Abschmelzen der Gletscher und der daraus resultierende Rückgang der Schneedecken weniger Strahlung in die Atmosphäre

Klimaszenarien der IPCC



reflektieren werden. So ist die Pasterze, Österreichs größter Gletscher, für jedermann gut am Gletscherlehrpfad zu beobachten, um mehrere hundert Meter zurückgegangen.

Der österreichische Wald steht also vor großen Herausforderungen. Er spielt eine ganz wesentliche Rolle als CO_2 -Senke, wobei ein nachhaltig bewirtschafteter Wald einen wichtigen Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel leistet.

Klimawandel und Wald

Der Klimawandel wird nicht nur für die heimischen Wälder Veränderungen bringen, sondern auch für die damit verbundenen Wirtschaftssektoren.

Forst- und Holzindustrie sind vom Wachstum der Bäume abhängig. Dabei sind in den einzelnen Regionen unterschiedliche Entwicklungen zu erwarten. Durch die steigenden Temperaturen werden Bergwälder in höheren Lagen von den längeren Vegetationsperioden und höheren Temperaturen profitieren. Im Gegensatz dazu kann vor allem im östlichen und nord-östlichen Flachland, sowie in inneralpinen Becken ein erheblicher Produktivitätsverlust entstehen, insbesondere wenn auch die Niederschlagsmengen zurückgehen. Es gilt als gesichert, dass die mittlere Jahrestemperatur durch den Klimawandel steigen wird. Für den Wald wird die steigende Temperatur das geringere Problem sein. Jedoch können Veränderungen der Nieder-

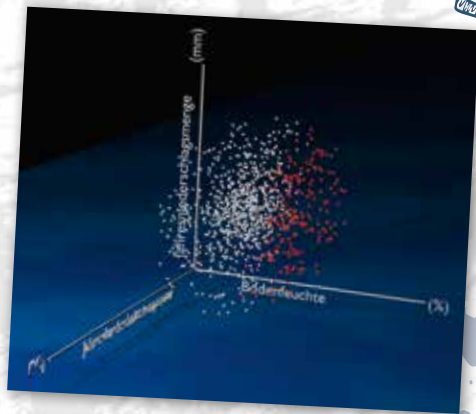
Für den Wasserhaushalt einer Pflanze sind die folgenden Faktoren ausschlaggebend:

- » Wasseraufnahme aus dem Boden
- » Wasserabgabe durch Verdunstung über die Blätter und Nadeln
- » Wassertransport in der Pflanze
- » Wasserspeicher in den Zellen der Pflanze

schlagsmengen und eine Veränderung der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilungen sehr negative Folgen haben. Vor allem Trockenstress im Frühjahr und Sommer können die Verbreitung und das Wachstum der Bäume stark beeinflussen.

Klimahüllen

Zur Darstellung der in Zukunft möglichen Problemstandorte nutzen Forscher sogenannte Klimahüllen. In diesen Modellen werden z. B. die Jahrestemperaturen und die Jahresniederschläge für bestimmte Orte und für eine bestimmte Baumart eingetragen, die so entstandene Zusammenhänge (die Klimahülle bildet die umfassende Linie dieser Wolke) beschreiben die ökologischen Rahmenbedingungen für die Baumart. Je nach Baumart können einfache zweidimensionale Darstellungen um zahllose weitere Faktoren erweitert werden, wie zum Beispiel die Bodenfeuchte. So helfen diese Klimahüllenmodelle zu verstehen, an welchen Standorten die jeweilige Baumart in Zukunft Probleme bekommen kann.



Flächenproduktivität der Fichte (m³/ha/Jahr)

Temperatur: 3,0 °C
Niederschlag: 100 %

Wasserbilanz (aktuelles Klima)

- negativ
- positiv

Folgen des Temperaturanstiegs

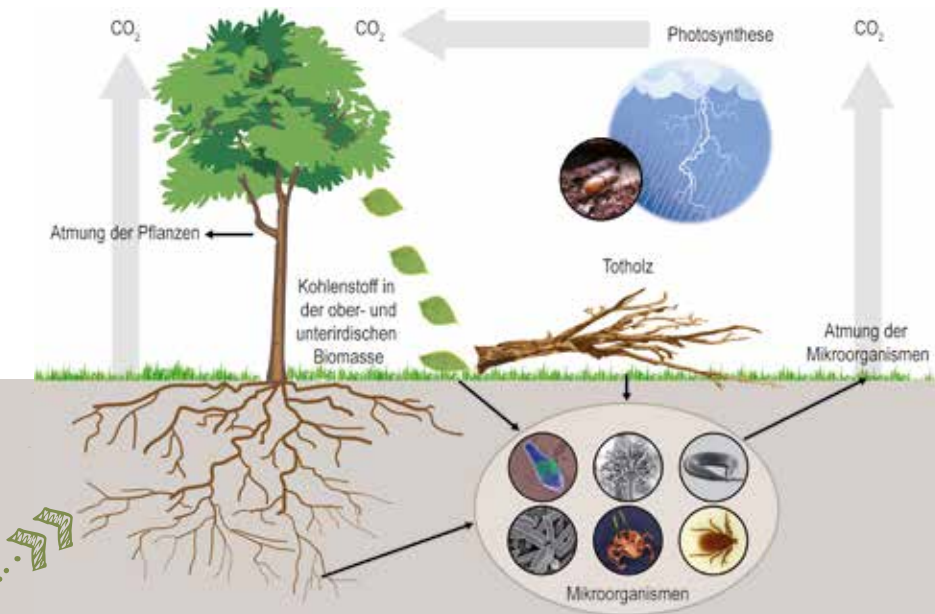
Es gilt als gesichert, dass die durchschnittliche Jahrestemperatur durch den Klimawandel steigen wird. Für Bäume bedeutet das höhere Verdunstung über die Blätter, für das Wachstum muss ein Baum daher mehr Wasser über seine Wurzeln aus dem Boden aufnehmen. Höhere Jahrestemperaturen bedeuten aber auch, dass die Vegetationsperiode länger und damit die Ruhephasen kürzer werden. Bei gleich bleibenden Niederschlagsmengen bedeutet das folglich für den Baum Trockenstress. Der Baum reguliert seinen Wasserverbrauch über das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen an der Blattunterseite. Bei Verdunstung über die Blätter entsteht ein Sog in der Pflanze, der dazu führt, dass Wasser über die Wurzel aus dem Boden in die Pflanze

nachgezogen wird. Kommt es nun zu einem Abreißen dieser Wassersäule in den feinen Transportbahnen der Pflanze, werden die davon betroffenen Bereiche des Baumes nicht mehr mit Wasser versorgt. Das Wiederherstellen und Befüllen dieses Wasserspeichers ist jedoch nur unter bestimmten Bedingungen möglich. Dauert die Trockenperiode zu lange, stirbt dieser Teil der Pflanze ab.

Aufgabe ist es daher, den Wald an den Klimawandel anzupassen. Da aber nicht alle Bäume an ihren heutigen Standorten für die zukünftigen Bedingungen geeignet sind, kommt einer vorausschauenden standortangepassten Baumartenauswahl mit der richtigen Genetik und klimafitten Waldbewirtschaftung eine besondere Bedeutung zu.

Kohlenstoffspeicher Wald

Im Rahmen des Klimawandels nimmt die CO₂-Bilanz der Gesellschaft eine maßgebliche Rolle ein.



Im Rahmen des Klimawandels nimmt die CO₂-Bilanz der Gesellschaft eine maßgebliche Rolle ein. Die CO₂-Bilanz gibt an, wie viele Tonnen Kohlenstoffdioxid ausgestoßen und wie viele Tonnen gespeichert werden. Bei allen Zahlenangaben zu diesem Thema ist aber zu beachten, ob von Kohlenstoff oder Kohlenstoffdioxid gesprochen wird (das Verhältnis von C/CO₂ = 12/44).

Der Wald nimmt unterschiedliche Funktionen ein: einerseits ist er Betroffener, andererseits ist er durch die Pufferwirkung als Kohlenstoffspeicher Teil der Lösung.

Kohlenstoffsinken, die den steigenden Eintrag von CO₂ in die Atmosphäre wieder speichern, haben eine große Bedeutung. Die Wälder dieser Erde binden, neben den Ozeanen, viele Tonnen Kohlenstoff. In der österreichischen Treibhausgasbilanz ist der Wald die einzige CO₂-Senke.

Neben der Speicherung von Kohlenstoff im Stamm, den Wurzeln und den Blättern bzw. Nadeln der Bäume spielt die Speicherung im Waldboden eine sehr wichtige Rolle, denn hier werden ca. 59% des Kohlenstoffs gespeichert. Steigende Temperaturen führen zu höheren Aktivitäten der Mikroorganismen im Boden, wodurch mehr Bodenkohlenstoff freigesetzt wird. Zur Beobachtung und Untersuchung des Bodenkohlenstoffabbaus durch die Erwärmung betreut das BFW seit 2005 eine Versuchsfläche bei Achenkirch in Tirol.

Durch die Art der Waldbewirtschaftung (Länge der Umtriebszeit, Bestandsdichte, Baumartenwahl) kann der Bewirtschafteter Einfluss auf den Kohlenstoffspeicher nehmen. Schäden durch Sturm, Feuer oder Schadinsekten verringern den gespeicherten Kohlenstoff und können unmittelbar große Mengen Kohlenstoff

freisetzen und damit den Klimawandel zusätzlich verstärken.

Wird das Holz der Bäume als nachhaltig produzierter Rohstoff sinnvoll genutzt, kann der darin enthaltene Kohlenstoff lange Zeit gespeichert bleiben. Holz wird in Österreich zu 100 % weiterverarbeitet und daraus die unterschiedlichsten Holzprodukte, Papier und Energie erzeugt.

Vor allem, wenn Holz als Baustoff eingesetzt wird, kann sehr viel Kohlenstoff über einen langen Zeitraum gebunden werden, denn in einem Kubikmeter Holz ist ca. 1 Tonne CO₂, bzw. 273 kg Kohlenstoff gespeichert. Das Holzflussdiagramm (siehe Seite 26) zeigt die einzelnen Verwendungswege des in Österreich verarbeiteten Holzes. <https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz.html>

Wenn der Wald nicht bewirtschaftet wird, kommt es zu einer Zunahme des Holzvorrates und damit zu einer höheren Kohlenstoff-Speicherung. Allerdings steigen aber die Emissionen aus Ersatz-

produkten (z.B. bei Verwendung von Beton als Baustoff oder Erdölprodukte zum Heizen) an, was zum höheren Anstieg der Menge an CO₂ in der Atmosphäre führt, als durch die Nicht-Bewirtschaftung von Wäldern gespeichert werden kann.

Langfristig gesehen wirken sich eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und die Holznutzung deutlich positiv auf die Treibhausgas-Bilanz und auf unser Klima aus.



Schäden und Schädlinge



Der Klimawandel beeinflusst die Waldentwicklung auf vielfältige Weise. Die sich ändernden Wetterverhältnisse erhöhen in vielen Regionen die Gefahr von Waldschäden.

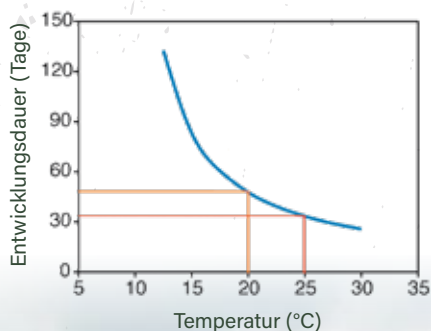
Zum Beispiel bedeutet eine steigende Jahresdurchschnittstemperatur mehr Energie in der Atmosphäre und daher höhere Windgeschwindigkeiten. Vor allem schlecht gepflegte Fichtenbestände sind von Stürmen gefährdet. Ganze Berghänge wurden bei den letzten Großereignissen entwaldet. Auch für Österreich untypische Stürme, wie Tornados, treten häufiger auf, wie ein Beispiel aus dem Waldviertel zeigt.

Forscher der Universität für Bodenkultur arbeiten derzeit an Computersimulationen, mit denen der Einfluss der Waldbewirtschaftung und der Baumartenwahl unter Berücksichtigung einer zukünftigen Klimaentwicklung berechnet werden kann.

Mehr Schädlinge

Höhere Temperaturen begünstigen aber z. B. auch eine längere und schnellere Entwicklung von Schadorganismen. Bei der

Hauptbaumart Fichte sind das vor allem Borkenkäfer wie der Buchdrucker oder der Kupferstecher. Buchdrucker überleben Temperaturen bis zu -20°C , kalte Winter führen daher nicht notwendigerweise zu einer Dezimierung der Population. Höhere Temperaturen in der Vegetationszeit beschleunigen aber die Entwicklung der Larven. Dadurch ist es dem Borkenkäfer möglich, mehrere Generationen pro Jahr auszubilden.



Zusätzlich sinkt bei Trockenstress der Harzdruck in den Bäumen und damit die Abwehrfähigkeit gegen Borkenkäfer und anderer unter der Rinde brütenden Insekten. D.h. eine sich rascher entwickelnde Käferpopulation trifft auf anfälligere Wirtsbäume. Aber auch andere Baumarten sind durch Schadinsekten gefährdet. In Frankreich hat sich z. B. das Verbreitungsgebiet des Kiefernprozessionsspinners in den letzten Jahrzehnten langsam nach Norden ausgebreitet. Auch in den italienischen Alpen hat dieser Schädling große Schäden in Kiefernwäldern verursacht. Von hier breitet er sich durch die steigenden Temperaturen nach Norden in Richtung Österreich aus. Auf dem Dobratsch in Kärnten wurden aktuell die ersten Nester gesichtet. Die heimischen Kiefern sind auch von einer weiteren Pilzkrankung betroffen, die in Folge extremer Witterungsereignisse verstärkt auftritt. Im niederösterreichischen Steinfeld wurden unter Kaiserin Maria Theresia große Schwarzkiefernwälder aufgeforstet. Diese Wälder sind nun ernsthaft gefährdet.

Längere Trockenphasen und veränderte Niederschlagsmuster begünstigen nicht nur die Entwicklung von Schadorganismen, sie erhöhen auch die Gefahr von Waldbränden. Ein Großteil der Waldbrände, etwa 85%, wird durch Menschen verursacht, nur ein geringer Teil entsteht durch natürliche Ursachen, etwa durch Blitzschlag.



Kiefernprozessionsspinner-Raupen



Gespinst am Baum

Im Zusammenhang mit Schadereignissen, egal ob Waldbrand, Windwurf oder Schädlingsbefall, ist es wichtig, mit geeigneten Fahrzeugen zum betroffenen Wald zu gelangen. Dafür ist ein Netz aus gut ausgebauten Forststraßen unerlässlich.

Waldschutz

Als Folgeerscheinung von großflächigen Schadereignissen kann es notwendig sein, die Schutzfunktion des Waldes durch forstliche Maßnahmen und z.B. Wildbach- und Lawinenverbauungen zu verbessern.

Aus Sicht des Waldschutzes sollte auf die Vielfalt von Arten und Strukturen geachtet werden. Diese fördert die natürlichen Gegenspieler und erschwert die Verbreitung von spezialisierten Schadorganismen.

All diese Ereignisse zeigen auch, dass es nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen notwendig ist, den Wald nachhaltig zu pflegen und zu bewirtschaften. Besonders wichtig ist es darauf zu achten, dass der Wald alle seine Funktionen (Schutz-, Nutzungs-, Erholungs- und Wohlfahrtsfunktion) auch im Klimawandel erhalten kann.



Natürliche Anpassungsmechanismen

Bäume gibt es seit mehreren 100 Millionen Jahren auf der Erde. Sie mussten sich in diesem Zeitraum an unzählige Änderungen der Umwelt und des Klimas anpassen.



fikanten Einfluss auf phänotypische und physiologische Eigenschaften der jungen Bäume haben. Sämlinge, die aus warm-trockenen Jahren stammen, weisen eine „Vor“-Anpassung an potentielle Trockenstressbedingungen auf. Das bedeutet, dass Umwelteinflüsse bzw. Epigenetik Zelleigenschaften beeinflussen können und diese Änderungen auch weiter vererbt werden.

Genetische Ausbreitung der Eiche



Die letzte große Veränderung der Lebensräume unserer Bäume fand in Europa nach der letzten großen Eiszeit vor etwa 15.000–12.000 Jahren statt. Nach dem damaligen Anstieg der Temperatur begannen sich die verschiedenen Baumarten nach Norden auszubreiten.

Ausbreitung

Diese „Wanderung der Bäume“ passierte über die von den Bäumen produzierten Samen, die in kurzer Zeit über weite Distanzen verbreitet werden können. Je nach Baumart werden die Samen durch den Wind oder aber durch Tiere oder das Wasser entlang von Flussläufen transportiert. Neben der Ausbreitung durch Samen kön-

nen sich Bäume, bzw. deren Gene, auch mit Hilfe ihrer Pollen über weite Distanzen verbreiten und damit lokale Anpassungen an Klima und Standort weitergeben.

Lange Zeit war man der Meinung, dass sich die Genetik der Bäume, wie wir sie heute kennen, nur sehr langsam durch natürliche Auslese anpassen kann. Das Paradigma seit Charles Darwin lautete: der Phänotyp, damit ist die äußerliche Erscheinung eines Individuums gemeint, wird beeinflusst vom Genotyp, also der in der DNA gespeicherten genetischen Information und der Umwelt, welche die Ausprägung des Phänotyps beeinflusst. Grundlage zur Annahme, dass Darwin doch nicht

ganz recht hat, geben Forschungsergebnisse aus dem Gebiet der Epigenetik (im Erbgut bzw. deren Aktivierungsmechanismen abgebildete Umwelteinflüsse). Vor allem in Norwegen wird dazu seit dem letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts geforscht. So fand man heraus, dass bei der Fichte die Temperaturen zum Zeitpunkt der Embryoentwicklung und der Samenreife, sowie die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt der Samenkeimung als besonders sensitive Lebensabschnitte gelten. Aber hilft die Epigenetik auch bei Anpassung an extreme Trockenheit?

Adapt-Tree

Im vom BFW betreuten Projekt „Adapt-Tree“ wurde der Einfluss natürlicher Schwankungen der Wetterbedingungen zum Zeitpunkt der Bestäubung, Baumblüte und Samenreife auf die Eignung der jungen Bäume für zukünftige warm-trockene Wetterbedingungen untersucht. Alle vorliegenden Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die klimatischen Bedingungen während der Baumblüte und Samenreife einen signifi-

Anpassungsfähigkeit

Aber wird die natürliche Anpassungsfähigkeit und Wanderungsgeschwindigkeit der Bäume groß genug sein, um den durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg von 2 bis 4 °C in weniger als hundert Jahren auszugleichen?

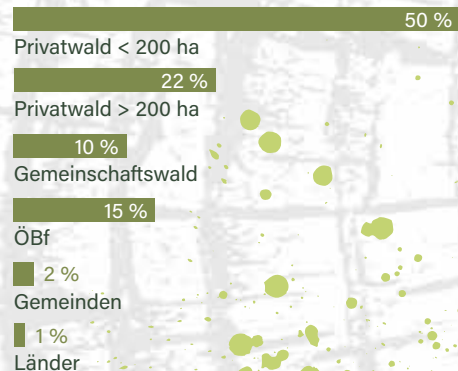
Mit Hilfe von Hüllkurven bzw. Klimahüllen wurde die Verschiebung der optimalen Wachstumsgebiete verschiedener Baumarten errechnet. Am Beispiel der Fichte zeigt sich, dass die Ausweichbewegung in größere Seehöhen wahrscheinlich kein Problem darstellen wird. Die horizontale Wanderung nach Norden, bei der pro Jahr große Distanzen zu überwinden wären, wird die Baumart in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht ohne menschliche Hilfe schaffen. Daher wird es in Zukunft wichtig sein, Waldbesitzern und -bewirtschaftern das wertvollste genetische Material der verschiedenen Herkünfte zu liefern und damit auch das Überleben der Baumarten abzusichern.

Gesetzliche Grundlagen

Fakten zum Wald in Österreich

Der Wald bedeckt ca. 48 % der Fläche Österreichs, das entspricht ungefähr 4 Mio. Hektar. 82 % der Waldfläche gehören privaten Eigentümern, das sind neben Großwaldbesitzern vor allem 145.000 Kleinwaldbesitzer, deren Wälder eine durchschnittliche Größe von 9,2 ha aufweisen. Der Staat ist über die Österreichischen Bundesforste mit 15 % am Wald beteiligt. Der Rest gehört Gemeinden und Ländern.

Aufteilung der Waldfläche



Wichtige Regelungen im Forstgesetz

Das Forstgesetz bestimmt in der aktuellen Fassung die Erhaltung des Waldes und des Waldbodens, sowie die Sicherstellung der Wirkungen des Waldes und eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Das Forstgesetz regelt auch den Schutz des Menschen vor Naturgefahren wie Muren und Lawinen durch entsprechende Wildbach- und Lawinerverbauungen, aber auch den Schutz des Waldes vor Waldbrand und Schädlingen, wie z. B. dem Borkenkäfer.

Nutzung

Der Waldbesitzer kann aus dem Wald nicht Holz in beliebiger Menge entnehmen. Bei der Nutzung ist das Forstgesetz einzuhalten. Ab einer flächigen Nutzung > 0,5 ha benötigt man eine Bewilligung durch die zuständige Forstbehörde. Des Weiteren ist man gemäß Forstgesetz zur Wiederbewaldung von Kahlfächen mit standortsangepassten Baumarten verpflichtet. Fachliche Beratung kann bei der Forstabteilung des jeweiligen Bundeslandes und der Landwirtschaftskammer eingeholt werden.

Geschichte

Schon Hans Carl von Carlowitz hat zu Beginn des 18. Jahrhunderts in seiner „Sylvicultura oeconomica“ den Begriff der Nachhaltigkeit geprägt. Grundlage dafür, dass es in Österreich so viel Wald gibt, ist das 1852 unter Kaiser Franz Joseph erlassene Reichsforstgesetz, das ab 1. Jänner 1853 in allen Kronländern der damaligen Monarchie gültig war. Damals stieg durch die Industrialisierung der Bedarf an Holz stark an. Das Reichsforstgesetz sollte vor allem verhindern, dass Kahlschläge bis in Hochlagen erfolgten, ohne dass durch entsprechende Aufforstungen der Waldbestand sichergestellt wurde. Durch diesen kaiserlichen Beschluss wurde das Forstwesen Reichssache und ist bis heute Bundes-sache geblieben.

Das Forstgesetz war über 100 Jahre in Kraft, bis am 5. Juli 1975 ein neues wirksam wurde. Das Forstgesetz von 1975 brachte insofern einen völlig neuen Aspekt ein, da hier auch die Erhaltung der Nachhaltigkeit und der vielfachen Waldwirkungen, wie Nutz-, Schutz-, Wohlfahrts- und Erholungswirkung, gesetzlich festgeschrieben wurde.

Forstgesetz und Waldfunktionen

Ziel des Forstgesetzes ist die Erhaltung des Waldes und seiner vielfältigen Funktionen in seiner Gesamtheit für künftige Generationen. Neben der nachhaltigen Holznutzung produziert der Wald den zum Leben notwendigen Sauerstoff, ist die wichtigste terrestrische CO₂-Senke, beherbergt und schützt die Tiere des Waldes und ist für den Menschen Freizeit- und Erholungsraum. Er gibt hunderttausenden Menschen in Österreich direkt und indirekt Arbeit.

Neben dem Forstgesetz ist das forstliche Vermehrungsgutgesetz eine zweite gesetzliche Grundlage für Baumschulen und die Forstpraxis.

Es regelt die eindeutige Kennzeichnung von Forstsaatgut und Forstpflanzen, die gewerbsmäßig national oder international in den Handel kommen. Aufgrund der langfristigen Bedeutung des richtigen Pflanzgutes bei Aufforstungen ist das forstliche Vermehrungsgutgesetz eine entscheidende Basis für die zukünftige Waldentwicklung.



1713

Hans Carl von Carlowitz
Entnahme des Zuwachses



1853

Reichsforstgesetz/Kaiser Franz Josef
gegen Kahlschläge im Zuge
der Industrialisierung



1975/2002

Forstgesetz und
Forstgesetznovelle

Saatgut und Pflanzenzüchtung

Nicht an allen Waldstandorten ist mit natürlichem Nachwuchs zu rechnen. Kahlflecken und Naturverjüngungsergänzungen sind mit Baumarten aufzuforsten, die für diesen Standort geeignet sind.

Aus ökologischen, standortbestimmten und wirtschaftlichen Gründen ist dabei auf die Verwendung von entsprechend herkunftssicheren Forstpflanzen zu achten. Zu deren Aufzucht benötigt man qualitativ geeignetes, hochwertiges Saatgut gemäß Forstlichem Vermehrungsgutgesetz.



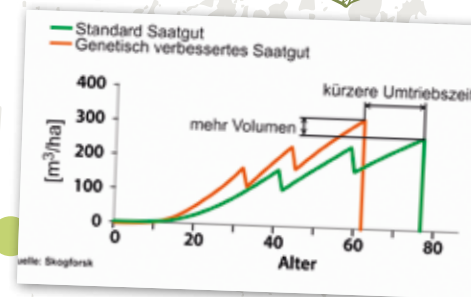
Dafür werden Samen von Bäumen in anerkannten Saatgutbeständen im Wald oder in Samenplantagen geerntet und anschließend in Saatgutaufbereitungsanlagen, sogenannten Klengen, aussortiert und aufbereitet. Saatgutbestände im Wald werden derzeit von Forstexperten primär nach phänotypischer Ansprache, also optischen Eigenschaften ausgewählt

und im Rahmen des forstlichen Vermehrungsgutgesetzes für Saatgutbeerntung und -gewinnung zugelassen. Dafür ist in Österreich das Bundesamt für Wald zuständig.

Der große Vorteil von Samen aus Samenplantagen gegenüber anerkannten Saatgut-Beständen ist, dass durch die Auswahl geeigneter Plus-Bäume (das sind Bäume, welche die für die Art typischen Eigenschaften besonders gut ausgebildet haben), Saatgut unter kontrollierten Bedingungen produziert werden kann. Nur so ist es möglich, eine bessere Qualität hinsichtlich Zuwachs und Vitalität, sowie der Anpassungseigenschaften an den Klimawandel zu erzielen. Außerdem werden auf diesem Weg genetisch hochwertige Bäume für die Zukunft erhalten.



Flächenproduktivität



In Schweden wurde schon in den 1930er Jahren erkannt, dass sich das Klima laufend ändert und die Produktivität gesteigert werden sollte. 1949 wurde die erste Kiefern-Saatgutplantage der ersten Züchtungsgeneration angelegt. Ausgangspunkt war die heutige Zuchtstation Ekebo, nahe Malmö, wo insbesondere bei Fichte und Kiefer seither erstaunliche Ergebnisse erzielt werden konnten.

Am Beginn einer Züchtungsstrategie steht die Auswahl geeigneter Plus-Bäume, die genetisch getestet werden. Die besten davon werden ausgewählt und miteinander gekreuzt, so entsteht eine neue verbesserte Generation. Diese wird wieder genetisch getestet und es beginnt ein neuer Kreislauf, der an die 20 Jahre dauert und an dessen Ende eine weitere Generation steht. Während der einzelnen Züchtungsstufen werden Pfropfungen der besten Individuen verwendet, um damit verbesserte Samenplantagen anzulegen.

Die besonderen Herausforderungen für die Anlage solcher Plantagen in Österreich sind die Unterschiede in der regionalen Geologie, die verschiedenen Klimazonen sowie die unterschiedlichen Höhenlagen.



Leistungssteigerung

Gewiss ist, dass durch die gezielte Auswahl geeigneter Bäume eine Leistungs- und Stabilitätssteigerung erzielt werden kann, wie internationale Beispiele zeigen. Außerdem lassen sich auch weitere Parameter bei der Züchtung berücksichtigen, wie zum Beispiel eine höhere Resistenz gegenüber Trockenstress.

Derartige Eigenschaften sind für die Wiederbewaldung im Klimawandel besonders wichtig. Eine klimawandelangepasste Erhaltungs- und Züchtungsstrategie bei den Hauptbaumarten würde auch die Leistungsfähigkeit der österreichischen Forstwirtschaft und Wertschöpfungskette langfristig absichern.

Aufforstung und Baumartenwahl

Schon Hans Carl von Carlowitz hat zu Beginn des 18. Jahrhunderts in seiner „Sylvicultura oeconomica“ den Begriff der Nachhaltigkeit geprägt.

Unter nachhaltiger Bewirtschaftung wird heute die Balance zwischen dem Schutz von Arten und Lebensräumen und einer Nutzung der Wälder zur Versorgung der Bevölkerung und der Holzwirtschaft mit dem Rohstoff Holz verstanden.

Gefährdete Standorte

Die erwarteten Auswirkungen des Klimawandels, wie Hitze, Trockenheit, Sturm oder Schädlinge, werden je nach Baumart und Standort sehr unterschiedlich sein. Mit der Baumartenwahl werden heute Entscheidungen getroffen, die den möglichen Klimaszenarien der Zukunft gerecht werden sollten. "Veränderungsszenarien"

können aktiv mit waldbaulichen Maßnahmen unterstützt werden.

Die Wahl geeigneter, klimatoleranter Baumarten senkt das Ausfallrisiko. Zu berücksichtigen ist, ob es sich um einen Nadelwald, Mischwald oder Laubwald handelt und ob dieser aufgeforstet oder im Rahmen einer Pflegemaßnahme Bäume ergänzt werden sollen. Wird aufgeforstet, so kann der Eigentümer mit der zuständigen Forstbehörde oder den forstlichen Experten der Landwirtschaftskammer klären, welche Baumarten zukunftsfähig sind. Diese Entscheidung hängt wesentlich von der Bodenbeschaffenheit und der Höhenlage ab. Es gibt in



Die Vorteile von Forstpflanzen liegen darin, dass man gezielt Pflanzmaterial wählen kann, das für den Standort, die Höhenlage und die erwünschten zukünftigen Eigenschaften (z.B. Anpasstheit an zukünftiges Klima) geeignet ist.

Zur Aufforstung stehen in Österreich grundsätzlich zwei Arten von Forstpflanzen zur Verfügung: Container-Forstpflanzen und nacktwurzelige Forstpflanzen.

Österreich verschiedene Herkunftsgebiete, die bei der Auswahl der Forstpflanzen zu beachten sind. Im Internet hilft die Informationsplattform „www.herkunftsberatung.at“ das optimale Saat- und Pflanzgut für den jeweiligen Standort auszuwählen.

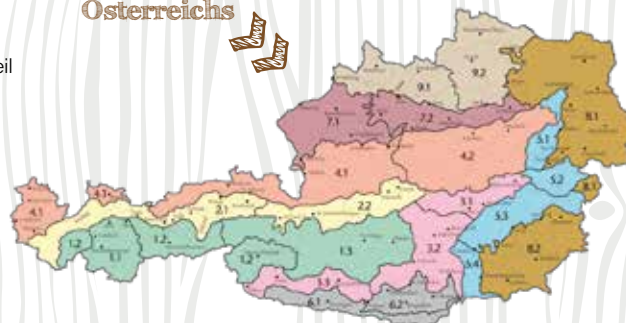
Vielfalt

Baumartenvielfalt kann am ehesten helfen, einer unsicheren Entwicklung zu begegnen. Mischwälder können Störungen leichter ausgleichen und sind daher weniger anfällig gegenüber klimatischen und biologischen Problemen. Diese Entscheidung hängt wesentlich von der Bodenbeschaffenheit und der Höhenlage ab.

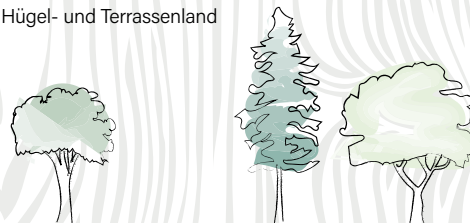
Bestandesverjüngung kann über Aufforstung oder natürliche Verjüngung erfolgen, aber auch in Kombination miteinander. Für Naturverjüngung sprechen eine größere Baumartenvielfalt und genetische Vielfalt, sofern die Genetik des Ausgangsbestandes geeignet ist, eine ungestörte Wurzelentwicklung, geringere Gefährdung durch Verbiss sowie häufig geringere Kosten. Eine rechtzeitige Jungwuchspflege und Stammzahlreduktion lassen eine qualitative Entwicklung des Folgebestandes erwarten.

Herkunftsgebiete Österreichs

- 1.1 Innenalpen – kontinentale Kernzone
- 1.2 Subkontinentale Innenalpen – Westteil
- 1.3 Subkontinentale Innenalpen – Ostteil
- 2.1 Nördliche Zwischenalpen – Westteil
- 2.2 Nördliche Zwischenalpen – Ostteil
- 3.1 Östliche Zwischenalpen – Nordteil
- 3.2 Östliche Zwischenalpen – Südteil
- 3.3 Südliche Zwischenalpen
- 4.1 Nördliche Randalpen – Westteil
- 4.2 Nördliche Randalpen – Ostteil
- 5.1 Niederösterreichischer Alpenostrand
- 5.2 Bucklige Welt
- 5.3 Ost- und Mittelsteirisches Bergland
- 5.4 Weststeirisches Bergland
- 6.1 Südliches Randgebirge
- 6.2 Klagenfurter Becken



- 7.1 Nördliches Alpenvorland – Westteil
- 7.2 Nördliches Alpenvorland – Ostteil
- 8.1 Pannonisches Tief- und Hügelland
- 8.2 Subillyrisches Hügel- und Terrassenland
- 9.1 Mühlviertel
- 9.2 Waldviertel



Die optimalen Pflanzzeiten



Die Wurzel

Die Wurzel ist einer der wichtigsten Teile des Baumes. Wie ein Fundament eines Hauses muss die Wurzel den Baum stützen und im Boden verankern. Zusätzlich ist sie für die Nährstoff- und Wasseraufnahme des Baumes zuständig. Je nach Art der Forstpflanzen sowie der Größe des Pflanzmaterials ist deshalb ein Pflanzverfahren zu wählen, das die Wurzel unversehrt lässt und ihr im Pflanzloch eine gute Entwicklung ermöglicht.

Durchforstung

Die Bewirtschaftung eines Waldes folgt dem natürlichen, biologischen Kreislauf vom Entstehen eines Waldes bis zu seinem Zerfall. Mit der Waldbewirtschaftung kann dieser Ablauf in die gewünschte Richtung gelenkt werden.

Bäume benötigen die geeigneten Bedingungen von Standort und Klima, um sich gut zu entwickeln. Von Natur aus entwickeln sich nicht immer qualitativ hochwertige Individuen mit den gewünschten Eigenschaften, daher ist eine Lenkung durch den Menschen nötig.

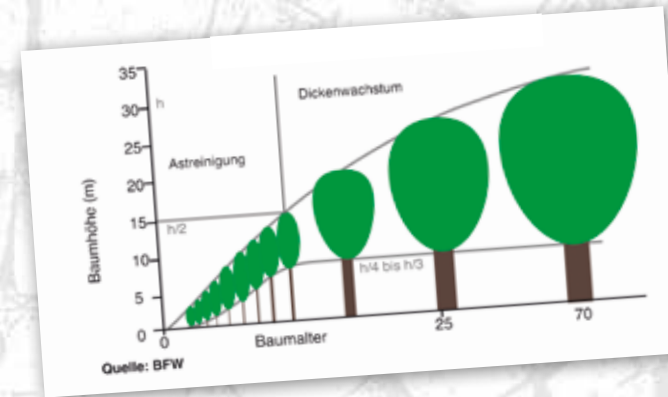
Waldpflegemaßnahmen

Im Rahmen von Waldpflegemaßnahme (Kulturpflege, Stammzahlreduktion, 1. Durchforstung, 2. Durchforstung) werden gezielt Bäume entnommen, um andere zu fördern. Die Nachteile einer rein natürlichen Bestandsentwicklung können so gezielt und wiederkehrend durch Pflegeeingriffe auf das angestrebte Waldentwicklungsziel hin gesteuert werden. Bei Waldpflegemaßnahmen kommt nicht nur mehr Licht auf die verbleibenden Bäume, sondern auch auf den Waldboden. Der natürliche Nachwuchs wird gefördert und durch die

steigende Bodentemperatur können Bodenorganismen aktiver werden, wodurch mehr Nährstoffe für die Bäume zur Verfügung stehen. Die Wurzeln können sich nun auch weiter ausbreiten, haben mehr Bodenfeuchte zur Verfügung und bieten so dem Baum eine höhere Standfestigkeit.

Zukunftsbäume

Eine Bewirtschaftung des Waldes die auf Zukunftsbäume – sogenannte Z-Bäume – ausgerichtet ist, bringt sowohl im Nadel-, Laub- als auch Mischwald Vorteile. Dabei werden gesunde, vitale Bäume, die dem definierten Ziel eines Bestandes entsprechen, als Z-Bäume definiert und gefördert. Auswahlkriterium ist dabei die soziale Stellung der Bäume im Waldverband. Ein Z-Baum muss vital sein, aus dem herrschenden oder vorherrschenden Bereich kommen, sowie eine befriedigende Qualität und keine Schäden haben. Wichtig ist es, den Z-Baum zu markieren, damit er bei der Durchforstung keinen Schaden erleidet.



Phase 2: Dickenwachstum

Die verbleibenden Bäume bekommen ausreichenden Wuchsraum und dadurch mehr Vitalität. Damit erhöht sich auch die Widerstandskraft gegen Schädlinge und Krankheitserreger. Mit der Entwicklung leistungsfähiger Baumkronen durch das kräftige Wurzelwachstum kommt es zu einer gesteigerten Aufnahmeleistung für Wasser und Nährstoffe, sowie einer verbesserten Verankerung im Boden. Solange maximal 20 bis 30 % der Bäume entnommen werden, gleichen die verbleibenden Bäume durch Mehrzuwachs den Zuwachsverlust der entnommenen Bäume aus. Zudem haben die Bäume ein besseres Verhältnis von Baumhöhe zu Durchmesser und sind dadurch weniger anfällig gegenüber Stürmen. Ganz entscheidend ist die rechtzeitige und konsequente Durchführung der Durchfor-

stungseingriffe: im Klimawandel gilt es früh und kräftig einzugreifen. Bei Nadel- und Laubholz sind teilweise unterschiedliche Maßnahmen nötig, beim Nadelwald steht die Stabilität des Bestandes im Vordergrund, beim Laubwald die Erzeugung von Wertholz.

Resistenz

Mischungs-, qualitäts- und stabilitätsorientierte Bestandeseingriffe von der Stammzahlreduktion über die Durchforstung erhöhen nicht nur die Vitalität und dadurch auch die Resistenz der Waldbestände gegenüber Gefährdungen, sondern sie verkürzen auch die Produktions- und somit Gefährdungszeiträume. Die durch den Klimawandel zu erwartenden Änderungen der Risiken sind bei der Waldbewirtschaftung zu berücksichtigen.

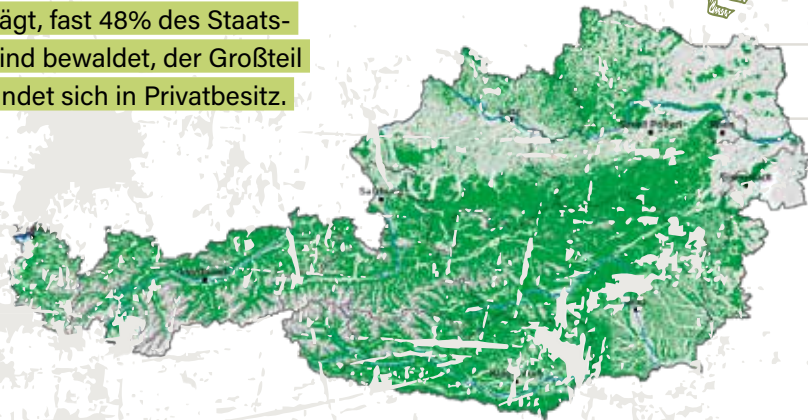
Bäume brauchen Platz

Z-Bäume

Kleinwaldbesitzer

Die österreichische Landschaft ist von Wald geprägt, fast 48% des Staatsgebietes sind bewaldet, der Großteil davon befindet sich in Privatbesitz.

■ Wald
■ Relief



Große private Forstbetriebe mit Flächen über 200 ha betreiben aufgrund des Wissens des zuständigen Forstpersonals eine standortangepasste Forstwirtschaft.

Zum Teil ganz anders sieht es bei den circa 145.000 Kleinwaldbesitzern aus, sie kommen zwar aus dem bäuerlichen Bereich, viele davon wohnen aber nicht mehr am Hof. In diesen Wäldern fehlt oft über Jahrzehnte hindurch die notwendige Bewirtschaftung. Oft wird Holz nur für den Eigenbedarf herausgeschnitten, ohne die Bedürfnisse des Waldes und seine Klimafitness zu berücksichtigen. Um diese Situation zu verbessern, benötigen vor allem Kleinwaldbesitzer professionelle Unterstützung, wie sie von den Landwirtschaftskammern der Länder angeboten wird. Wenn es um die Bewirtschaftung und Holzvermarktung geht, helfen zudem Waldwirtschaftsgemeinschaften oder die

Waldverbände weiter. Wichtig ist, den Wald vor allem aus ökologischen, aber auch aus wirtschaftlichen Gründen, auf den richtigen Weg zu bringen.

Waldbauliche Maßnahmen

Bei der Überprüfung des Zustandes eines Waldes geht es daher in erster Linie darum zu sehen, ob der Wald in den letzten Jahrzehnten bewirtschaftet oder sich selbst überlassen wurde und ob es sich um Reinbestände mit einer dominanten Baumart oder Mischbestände handelt.

Als Beispiel für die notwendigen waldbaulichen Maßnahmen in einem Kleinwaldbesitz dient ein Waldstück bei Gloggnitz in Niederösterreich, das durch eine Schnellstraße geteilt ist. Der Mischwald wurde etwa 100 Jahre sich selbst überlassen. Voraussetzung für eine Durchforstung ist, dass das Waldgrundstück auch

zugänglich ist, um nach den notwendigen Schlägerungsarbeiten das Holz abtransportieren zu können. Das ist bei unserem Beispiel-Bestand nicht der Fall. Daher ist zuerst ein Forstweg anzulegen. Im Rahmen einer Begehung mit dem örtlichen Bezirksförster wird die Trasse des Forstweges festgelegt und markiert. Mit diesem neuen Forstweg sind nun auch die tiefer im Wald gelegenen Bereiche erschlossen. In Absprache mit den zuständigen Forstexperten kann nun der Wald nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten gepflegt und bewirtschaftet werden. Dabei ist aber auch auf ein waldverträgliches Wildmanagement zu achten, denn nur so ist eine Anpassung des Waldes an den Klimawandel möglich.

Ein wesentlicher Faktor bei der Waldbewirtschaftung ist, dass diese nachhaltig geschieht. Dafür steht das PEFC Gütesiegel, welches auch international in Verwendung ist. In Österreich sind knapp 3 Mio ha Waldfläche (Gesamtwaldfläche ca. 4 Mio ha) PEFC zertifiziert.

Lage der Flächen Gloggnitz



Auch bei der Holzvermarktung sind wichtige Punkte zu beachten. Schon vor der Holzernte empfehlen sich ein Gespräch mit dem Sägewerk und die Einholung eines Schlussbriefes. Darin ist der Einkaufspreis und auch die Kosten für die PEFC-Lizenz enthalten sowie die einzelnen Holzqualitäten angeführt. Wenn viele dieser Maßnahmen berücksichtigt und die Hilfestellungen in Anspruch genommen werden, wird der Wald wieder klimafit und bringt den KleinwaldbesitzerInnen auch in Zukunft einen höheren Ertrag.

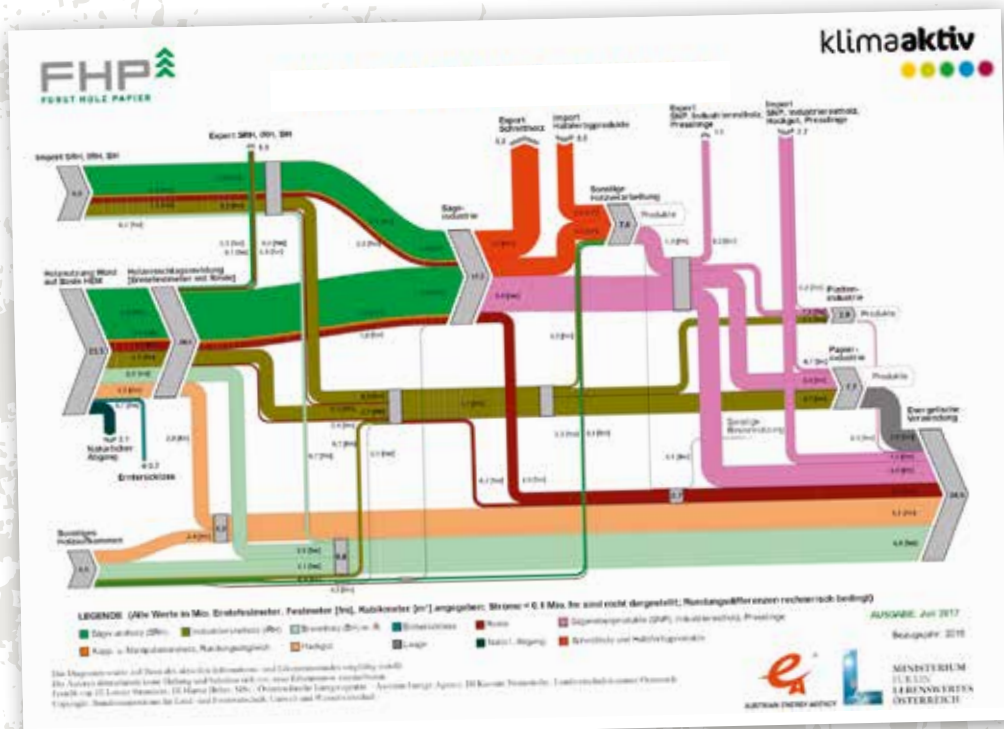
Im Kleinwald gibt es also ein sehr hohes Holzmobilisierungspotential. Zusätzlich und nachhaltig genutzte 100 Erntefestmeter bedeuten einen zusätzlichen Arbeitsplatz entlang der Wertschöpfungskette Forst-Holz-Papier. Neben der Erzielung klimafitter Wälder trägt eine aktive standortangepasste nachhaltige Waldbewirtschaftung über die Kohlenstoff Bindung ganz wesentlich zum Klimaschutz bei.



Quellen

- BFW Bundesforschungszentrum für Wald (2013): Wald im Fokus; Abbildung S 9: Kohlenstoffkreislauf
- BFW Bundesforschungszentrum für Wald (2017): BFW. Praxisinformation Nr. 44 – 2017; Abbildung S 9: Wasserbilanz
- Film-Telemotion: GENial – Der Wald im Klimawandel
- Archiv Morawetz

Download von Film und Broschüre unter www.biosa.at und www.telemotion-film.at



Holzströme in Österreich

Partner

- Husqvarna
- LIECO
- Mondi A. G.
- Austropapier
- PEFC
- Landwirtschaftskammer Österreich
- Fachverband der Holzindustrie
- Forstbetrieb Franz Mayr Melnhof-Sarau
- Österreichischer Forstunternehmerverband c. V.
- FHP – Forst Holz Papier
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung

Wir danken allen Unterstützern und hier insbesondere Skogforsk für die Drehmöglichkeit in Schweden!

Webtipps

- www.bmnt.gv.at
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
- www.biosa.at
BIOSEA-Biosphäre Austria
- <https://bfw.ac.at>
Bundesforschungszentrum für Wald
- www.forsthilfpapier.at
FHP-Forst Holz Papier
- www.lieco.at
- www.klimafitterwald.at
- www.landforstbetriebe.at
- <https://www.lko.at/>
- <https://www.waldverband.at/>
- www.pefc.at



BIOSEA – Biosphäre Austria ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Eigentümern land- und forstwirtschaftlicher Flächen, die sich auf privater Basis bereit erklären, ausgewählte Flächen für Naturschutzprojekte zur Verfügung zu stellen. Derzeit betreut die BIOSEA mehr als 3.500 Hektar Vertragsnaturschutzflächen. Damit ist sie – zumindest flächenmäßig – die größte Naturschutzorganisation Österreichs.



BMBWF
BUNDESMINISTERIUM
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT
UND FORSCHUNG
www.bmbwf.gv.at

