



# LIFE Future Forest

Lebendiger Boden für Wald und Klima



**Der Zukunftswald - Praxisanleitung  
für nachhaltigen Waldumbau**

Dies ist eine Kurzfassung des Handbuchs für nachhaltigen Waldumbau des LIFE Future Forest Projekts, welches auf der Website des Landratsamts Landsberg am Lech zum Download zur Verfügung steht (Link über QR-Code). Auf der Website befindet sich ebenfalls ein Link zu einer App, mit deren Hilfe der Waldzustand schneller und effizienter bewertet werden kann (gleicher QR-Code). Die im Text vorkommenden Literaturquellen können über die Vollversion des Handbuchs nachvollzogen werden.

## QR-Code zum Handbuch für nachhaltigen Waldumbau (Vollversion)



## Stimmen zum Handbuch für nachhaltigen Waldumbau

*„Innerhalb der teilweise verkopften Diskussion um die Inwertsetzung der Gemeinwohlleistungen von Wald, kommt hier ein gut untermauertes Modell, auf das man mit etwas gutem Willen vielerorts aufbauen kann. Eben ein gutes Fundament für einen tragfähigen Zukunftswald!“*

Ulrich Dohle, Bundesvorsitzender Bund Deutscher Forstleute (BDF)

*„Unser Wald braucht eine Zukunft. Klimawandel, Biodiversitätsverlust und eingeschränkte Ökosystemfunktionen bedrohen die Zukunft des deutschen Waldes. Um den zukünftigen Generationen gleichwertige Lebensbedingungen bieten zu können, muss der Wald der Zukunft bereits heute aufgebaut werden. Rechtzeitig zum Tag des Waldes und in einer Zeit, in der gute Lösungsansätze dringend gebraucht werden, erschien das "Handbuch für nachhaltigen Waldumbau". Es zeigt einen möglichen Ansatz auf, durch den der Waldboden revitalisiert werden kann und durch eine Verbesserung der organischen Bodeneigenschaften indirekt die physikalischen Bodeneigenschaften verbessert werden. Durch die Umsetzung eines Dauerwaldkonzepts mit vielen verschiedenen überwiegend Laub-*

*baumarten mit relativ gerbstoffarmem Laub werden Vielfalt und Aktivität von Regenwürmern und anderen Bodenorganismen gesteigert. Im entstehenden Substrat erhöht sich der Feinwurzelanteil, wodurch die Wasserspeicherkapazität und die Verdunstungsleistung der darüberstehenden Bäume verbessert werden. Die resultierenden Wälder sind produktiver als artenarme Altersklassenwälder, speichern dadurch mehr Kohlenstoff und zeigen höhere Biodiversität. Darüber hinaus wird durch die Notwendigkeit einer fortwährenden aktiven Bewirtschaftung auch eine überwiegend energetische sowie teils stoffliche Nutzung der Wälder ermöglicht. Der Fokus liegt jedoch auf der Inwertsetzung von Ökosystemleistungen über die stoffliche Nutzung hinaus. Das bereits seit Jahrzehnten erfolgreich erprobte Konzept ist ein wichtiger Baustein zur klimawandelangepassten und nachhaltigen Forstwirtschaft und zum Erhalt wichtiger Ökosystemleistungen. Das Handbuch fasst alle Bausteine des Konzepts anschaulich zusammen und ermutigt zum Handeln.“*

Dr. Frank Thonfeld und Prof. Dr. Claudia Künzer, Erdbeobachtungszentrum, EOC, des deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, DLR

*„Natur braucht keine Wirtschaft, aber Wirtschaft braucht Natur – und dabei spielt ein intakter Wald, der rund ein Drittel der Fläche unseres Landes bedeckt, eine ganz besondere Rolle. Gesunde Luft, gesundes Klima, gesundes Wasser, Artenvielfalt und Erholungsfunktion für uns Menschen sind für eine gesunde Wirtschaft unverzichtbar. Wie anfällig unser Wald im Klimawandel geworden ist, haben uns die letzten 5 Jahre sehr drastisch vor Augen geführt.“*  
Dr. Franz Ehrnsperger, Neumarkter Lammsbräu

*„Das Handbuch von LIFE Future Forest zum 'Zukunftswald' stellt den gesunden Waldboden ins Zentrum der Aufmerksamkeit und betont seine essentielle Bedeutung als größter Hebel gegen die Klimakrise. Es verdeutlicht die fundamentale Rolle der Wälder als tragende Säulen unserer Gesellschaft und Garant für das Wohl zukünftiger Generationen - insbesondere durch ihren Beitrag zum Wasserkreislauf, zur Landschaftskühlung und als Stabilisatoren der Ökosysteme. Mit einem klaren Leitfaden, der auf fachlicher Expertise, politischer Unterstützung und finanziellen Anreizen basiert, zeigt es den Weg auf, wie wir lebendige Zukunftswälder realisieren können.“*

Interessengemeinschaft gesunder Boden e.V.



---

# Inhalt

Inhalt.....	3
1 Der Zukunftswald.....	4
1.1 Angestrebte Waldentwicklung.....	4
1.2 Waldbewirtschaftungsziele im Zukunftswald.....	5
1.3 Der gesunde und lebendige Boden.....	6
2 Einwertungsbogen für den Waldzustand.....	8
2.1 Fallbeispiele.....	14
2.2 Jagdmanagement.....	17
2.3 Der Weg zum Zukunftswald.....	18
3 Ausblick und Vision.....	22
4 Das Projekt.....	23

# 1 Der Zukunftswald

Das wesentliche Ziel des Waldumbaus ist es, unsere Wälder, die ein für die Zukunft des Menschen wichtiges Ökosystem darstellen, gegenüber zukünftigen biotischen und abiotischen Störungen als Zukunftswälder stabiler und widerstandsfähiger zu machen. Darüber hinaus wird zudem die Erhaltung und Verbesserung der Biodiversität in Waldökosystemen in den angestrebten Zukunftswäldern gewährleistet.

**Unter Zukunftswald versteht man eine plenterwaldartige Waldstruktur, die überwiegend aus laubholzreichen Mischwäldern besteht und eine gute humusaufbauende und lebendige Bodenstruktur garantiert, um den Herausforderungen des Klimawandels standzuhalten. Dieser Dauerwald optimiert die Ökosystemleistungen des Bodens.**

Als Grundlage für den Waldumbau des Zukunftswaldes dienen die Prinzipien der Dauerwaldbewirtschaftung:

## 1. Stetigkeit des Waldorganismus

Auf einer Fläche muss immer Wald vorhanden sein. Die Ernte wird daher nur einzelstammweise betrieben.

## 2. Lebendigkeit des Bodens

Das Edaphon muss mit Biomasse und Licht gefüttert werden. Die Waldstruktur muss im halbschattigen Zustand gehalten werden, in dem Bedränger von Zukunftsbäumen aus dem Bestand herausgenommen werden. Edellaubhölzer mit regenwurmfördernden Arten müssen im Bestand vorhanden sein.

## 3. Mischbestockung

Ein Waldbestand muss mit einer hohen Anzahl an Baumarten bestockt sein, um die Resilienz zu erhöhen und die Schadwahrscheinlichkeit zu streuen. Zusätzlich zu den Baumarten können Straucharten biodiversitätserhöhend unterstützen.

## 4. Ungleichaltrigkeit oder Stufigkeit

In allen vorhandenen Ebenen der Struktur muss „Grün“ vorhanden sein, damit nach Kalamitäten Lücken direkt geschlossen werden können. Diese Stufigkeit entsteht, wenn wenig, aber häufig (jährlich) Holz aus dem Bestand entnommen wird.

## 5. Zur Holzwerterzeugung muss überall im Bestand genügend Holz vorhanden sein

Die Entwicklung von durchmesserstarkem Holz muss priorisiert werden und im Bestand auf die ganze Fläche verteilt werden, um keine ungleichmäßige Bestandsentwicklung hervorzurufen.

Hinweis: Die folgenden Kapitel über den Waldumbau sind keine konkreten Anleitungen zum Waldbau. Da konkrete waldbauliche Maßnahmen immer von örtlichen und klimatischen Gegebenheiten beeinflusst

werden, soll hier kein Waldbauch vorgelegt werden. Es werden aber Beispiele aufgeführt, die zeigen sollen, mit welchen Maßnahmen und Baumarten in einigen Projektflächen einzelne Schritte hin zu Zukunftswäldern gegangen wurden.

## 1.1 Angestrebte Waldentwicklung

Die klimatischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass die Waldbewirtschaftung der letzten Jahrhunderte im zukünftig vorherrschenden mitteleuropäischen Klima keine Zukunft mehr haben wird. Bisher haben es moderate Temperaturen und ausreichend verteilter Niederschlag erlaubt, dass Nadelbaumarten wie Fichte oder Kiefer in Gebieten, in denen sie nicht heimisch sind, sehr gut wachsen konnten.

Die höheren Temperaturen und oft während der Vegetationsperiode nur sporadische oder dann starke Niederschläge machen den meisten Nadelbäumen mittlerweile stark zu schaffen. Ihr Wurzelsystem und die Böden, die von den Baumarten und der Art der Bewirtschaftung negativ beeinflusst sind, sind nicht darauf ausgelegt, Wasser im Boden über längere Zeit zu speichern. Dies führt vermehrt zu existenziellen Problemen wie Trockenstress oder Schädlingsbefall. Daher wird eine Anpassung der Waldentwicklung an die neuen Klimabedingungen dringend notwendig. Hier werden drei zentrale Elemente zum Erreichen eines zukunftsfähigen Waldes eine wesentliche Rolle spielen: die Bewirtschaftung des Laubdauerwaldes, die Baumartenauswahl und der lebendige Boden.

### Dauermischwald

Der Dauermischwald (mit Strukturen wie im Plenterwald, siehe Abbildung 1) bezeichnet eine Hochwaldform nach dem Prinzip „Stetigkeit des Waldwesens als lebender Organismus“ von Alfred Möller (Möller 2013). Dies beinhaltet einige grundlegende Elemente:

- Kahlschlagfreie Waldbewirtschaftung durch Einzelbaumnutzung (Zukunftsbäume) und damit verbundene gute und regelmäßige Einnahmen durch Wertholznutzung
- Ungleichaltrigkeit (funktionierende Naturverjüngung, Baumvorrat in allen Altersstrukturen, jederzeit ausreichend erntefähiger Wertholzvorrat)
- Mischbestockung und hohe Artenvielfalt
- geringe Schädigung des Systems durch mäßige, aber regelmäßige Nutzung und Verzicht auf den Einsatz von großen Maschinen (Bodenschäden)

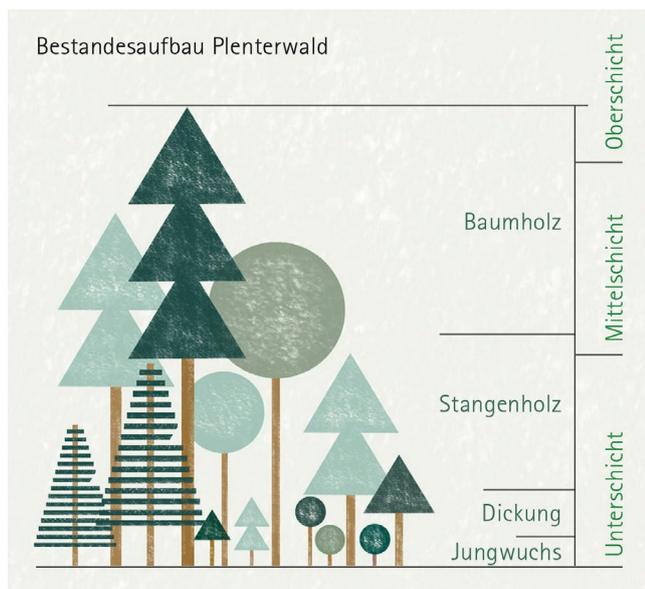


Abbildung 1: Bestandsaufbau eines Plenterwaldes (Bildquelle: Abteilung Forstwesen - Amt der Vorarlberger Landesregierung 2020)

### Der Zukunftswald und seine Baumarten

Im Future Forest Projekt wurden auf allen untersuchten Standorten unter Nadelbäumen oder in nadelholzdominierten Beständen keine oder nur wenige Regenwürmer im Boden gefunden und die Humusform Moder festgestellt.

In Laubholzbeständen wurden höhere Regenwurmdichten festgestellt und bessere Humusformen. Tanne, Buche und Eiche verhalten sich hier besser als z.B. reine Fichtenbestände, aber schlechter als Laubholzbestände mit anderen Arten.

Besonders Hainbuche und Linde als gleichzeitig sehr schattenverträgliche Arten und die Ahornarten, mit sehr hohen Feinwurzeldichten, wiesen hohe Regenwurmmzahlen und Mull als Humusform auf. Sie können als besonders geeignete „Future Forest“-Baumarten gelten.

### Tabelle 1: Bewertung der Baumarten aus Bodensicht

Auswirkung auf den Boden	Baumarten
negativ	alle Nadelhölzer außer Tanne
neutral	Tanne, Buche, Eiche
positiv	alle Laubhölzer außer Buche und Eiche

Die Zusammenstellung (Tabelle 1) ist bewusst einfach gehalten. Neben Buche und Eiche gibt es sicher noch weitere Laubhölzer, wie etwa Esskastanie oder Walnuss, mit relativ schwer zersetzbarem Laub. Nachdem diese aber im Vergleich zu Buche und Eiche bisher nur geringe Anteile an der Zusammensetzung der Wälder haben, werden sie nicht gesondert ausgewiesen. Zudem sind Esskastanie oder Walnuss für den Umbau

des Waldes in der Mischung gut geeignete Baumarten, da sie als relativ wärme- und trockenolerante Baumarten gelten. Optimalerweise ist die Baumartenanzahl der vorhandenen Laubbaumarten sehr hoch und verfügt über einen großen Anteil Edellaubholzarten (>80 %). Bei Nadelhölzern sollte vor allem die tief wurzelnde Tanne verwendet werden.

Zu den bereits genannten Baumarten werden auch noch dienende Baumarten im Unterholz benötigt. Diese werden zur Hauptbaumart als Nebenbaumart hinzugefügt. Dabei ist es nicht ihre Aufgabe, die Nachfolge des Oberstandes anzutreten, sondern mit ihren Baumkronen den Stammraum der Hauptbaumart möglichst dunkel zu halten, damit sich keine Seitenäste bilden und gerades, astfreies Wertholz wachsen kann. Dies sind beispielsweise Linde oder Hainbuche.

Befindet sich der Waldbestand, der umgebaut werden soll, im Trinkwasserschutzgebiet, so wird von Bodennitrogen anreichernden Arten wie Erle und Robinie abgesehen.

## 1.2 Waldbewirtschaftungsziele im Zukunftswald

Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa hat 1993 in der Helsinki-Deklaration eine nachhaltige Waldbewirtschaftung definiert als „die Betreuung und Nutzung von Wäldern und Waldflächen auf eine Weise und in einem Ausmaß, welche deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsfähigkeit und Vitalität erhält und ihre Fähigkeit, gegenwärtig und in Zukunft wichtige ökologische, wirtschaftliche und soziale Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene zu erfüllen, gewährleistet, ohne dass dies zu Schäden an anderen Ökosystemen führt“ (Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe 1993). LIFE Future Forest hat in diesem Zusammenhang einige übergreifende Kriterien einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung erarbeitet, die für die zukünftige Etablierung von Dauermischwäldern grundlegend wichtig sind:

Betrachtung der Biomasse in Tonnen Trockenmasse (atro oder Kohlenstoffdioxid- Äquivalent). Die Einheit Festmeter (fm) verzerrt die großen Unterschiede hinsichtlich der Biomasse. Nicht berücksichtigt wird die Holzdichte verschiedener Baumarten.

- Ein fm Fichte entspricht etwa 380 kg Biomasse oder 700 kg CO<sub>2</sub>.
- Ein fm Bergahorn entspricht etwa 520 kg Biomasse oder 960 kg CO<sub>2</sub>.

### Betrachtung der Gesamtbiomasseproduktion

- In einem gesunden Dauermischwald wird jedes Jahr eine große Menge an Biomasse/Kohlenstoff gebunden, der in der ökonomischen Gesamtbilanz keine Erwähnung findet. In Blättern/Nadeln, Ästen, Rinde, Feinwurzeln oder Grobwurzeln fin-

det jedes Jahr etwas mehr als die Hälfte der gesamten Biomasseproduktion eines Waldes statt.

#### Lokale Verwertung von anfallendem Pflegeholz

- Die lokale Verwertung des Pflegeholzes trägt zur regionalen Wertschöpfung bei und unterstützt beispielsweise Gemeinden oder Privatleute bei der Umstellung auf nachhaltige Energieformen in Form von Nahwärme aus Holz. Als Beispiel wird im Kapitel Gemeindewald Scheuring im Auegebiet: Stufe 3 zu Stufe 4 vorgestellt.

#### Priorisierung der Waldleistung

- Da eine hohe Waldleistung nur bei hoher Biomasseproduktion erreichbar ist, ist diese, wo immer möglich, anzustreben. Dabei bildet der „lebendige Boden“ gemeinsam mit einem Dauerwaldkonzept die Grundlage für erfolgreiches Wirtschaften.
- Die in Zukunft immer wichtiger werdenden Ökosystemleistungen des Waldes (wie Kühlung, Verdunstung, Gesundheit, Hochwasserschutz, Wasserspeicherung) erfordern eine klare neue Zielsetzung.
- Die notwendige Wertschätzung der Ökosystemleistungen erfordert neben der gesellschaftlichen auch eine monetäre Anerkennung.
- Die Holznutzung ist damit eine Folge des erfolgreich angepassten Waldmanagements.

## 1.3 Der gesunde und lebendige Boden

Genau wie Temperatur und Niederschlag ist auch der Boden für die Entwicklung und die Ökosystemleistungen des Waldes, der auf ihm wächst, entscheidend. Gesunde, lebendige Böden und deren Erhaltung sind ebenso wichtig, wie die Aufwertung schlechterer Böden. Ein Boden kann dann als hochwertig angesehen werden, wenn er von unzähligen Organismen bevölkert wird, die viele lebenswichtige Funktionen erfüllen: Abbau von organischer Substanz, Schließung von kleingeschlossenen Nährstoffkreisläufen oder Verbesserung der Bodenstruktur zur Aufnahme von Wasser und Nährstoffen.

Den Zustand und die Lebendigkeit des Bodens kann man an seiner oberen Schicht, dem Humus, erkennen. Humus ist die Gesamtheit der organischen Stoffe im Boden, die beim Abbau und Umbau pflanzlicher und tierischer Überreste entstehen (Humifizierung). Organischer Kohlenstoff ist der Hauptbestandteil von Humus. Als Dauerhumus bezeichnet man die hochpolymeren und schwer zersetzbaren Huminstoffe. Unter günstigen Bedingungen (z. B. im Regenwurmdarm) gehen Huminstoffe und Tonminerale eine enge Bindung ein.

Die so entstehenden Ton-Humus-Komplexe tragen zur Krümelbildung im Boden bei, begünstigen den Wasserhaushalt, die Durchlüftung und das Bodenleben. Humushaltige dunkel gefärbte Böden absorbieren an der Oberfläche mehr Strahlung und erwärmen sich da-

her stärker als humusarme Böden. Die Abbauprodukte gehen als wichtige Nährstoffe für Pflanzen und Bodenorganismen erneut in den Stoffkreislauf des Bodens ein (Kohlenstoffkreislauf, Stickstoffkreislauf). Hohe Humusgehalte verbessern allgemein die Bodeneigenschaften und die Ertragsfähigkeit von Acker- und Waldböden.

Je nach Klima, Streu und geologischem Ausgangsmaterial entstehen unterschiedliche Humusformen. Diese geben uns Hinweise auf das Nährstoffumsetzungsvermögen im Oberboden und somit auch auf die biologische Aktivität im Boden. Mit Hilfe der geeigneten Baumarten kann die Humusform entscheidend beeinflusst werden.

Es wird nach folgenden Humusformen unterschieden (Walser et al. 2021):

1. Rohhumus entsteht in der Regel auf äußerst sauren Böden (pH-Wert < 4) und auf extrem nährstoffarmen Böden unter Vegetation, die schwer abbaubare und nährstoffarme Streu liefert (vor allem Nadelbäume). Der Abbau der organischen Substanz ist durch die stark saure Bodenreaktion gehemmt. Unter stark sauren Bedingungen fehlen die für den Abbau der organischen Substanz verantwortlichen Bodenlebewesen weitgehend. Rohhumus bewirkt verstärkte Nitratauswaschung, schlechte Durchwurzelung und sehr wenig Bodenleben (nahezu keine Regenwürmer). Rohhumus führt zu schlechter Durchlüftung, hoher Stickstoffsättigung und Versauerung durch fehlende Zersetzung. Wasserspeicherung ist nur in sehr geringem Umfang möglich. Das C/N-Verhältnis liegt bei 20 bis 33.
2. Der typische Moder ist ein saurer Humus mit hoher Pilzaktivität, was bei feuchten Verhältnissen den charakteristischen Modergeruch hervorruft. Die Aktivität der Regenwürmer und auch anderer Bodenwühler ist wegen Säure, Trockenheit oder schwer abbaubarer Streu noch deutlich eingeschränkt, da Baumarten mit schwer zersetzbarer Streu oder hohem Gerbstoffanteil die Entwicklung der Bodenlebewesen hemmen. Dazu zählen Nadelbäume sowie zusätzlich Eichen- und Buchenarten. Die Streuzersetzung verläuft langsam, und es bildet sich unter der noch unzersetzten Streuschicht ein mehrjähriger Fermentationshorizont. Beim Moder handelt es sich um eine Zwischenform zwischen Mull und Rohhumus. Der Moder ist biologisch weniger aktiv als der Mull, aber aktiver als der Rohhumus. Das C/N-Verhältnis liegt bei 17 bis 25.
3. Mull ist eine biologisch aktive Humusform. Charakteristisch ist eine meist nur einjährige Streuschicht und eine große Vermischungstiefe (Bioturbation) der organischen Substanz mit Mineralerde. Durch diese Vermischung bekommt die Mineralerde eine dunkle, schwärzliche Farbe. Dieser Teil des Bodens wird als Oberboden bezeichnet. Hier dominieren die Bodenwühler, insbesondere Regenwürmer, aber auch Asseln, Tausendfüßler und andere Gliederfüßler. Je nach Jahreszeit kann durch die rege biologi-



Baumarten mit tiefwurzelnden Systemen und hohen Feinwurzelmassen (z.B. Bergahorn, Hainbuche, Pappel, Linde, Eichen und viele andere Laubbäume) können über die Feinwurzeln auch aus tieferen Bodenschichten Wasser und Nährstoffe pflanzenverfügbar machen. Dadurch haben sie die Möglichkeit, auch bei länger anhaltenden Heiß- und Trockenphasen oberirdisches Wachstum zu generieren und damit die Ökosystemleistungen des Waldes (Kühlung durch Verdunstung, Biomasseproduktion und damit CO<sub>2</sub> Speicherung etc.) dauerhaft zu sichern.

Wenn Bäume an ungünstigen Standorten wachsen, die im Sommer rasch austrocknen, ist die Lebensdauer der zarten Wurzelspitzen sehr kurz. Deshalb müssen die Bäume immer wieder neue Wurzeln nachliefern und es häufen sich große Mengen abgestorbener Feinwurzeln an, die dann Regenwürmern, Bakterien, Pilzen und anderen Bodenorganismen als Nahrung dienen. Dabei werden die in den Wurzeln enthaltenen Mineralstoffe freigesetzt und stehen den Bäumen erneut zur Verfügung. So schließt sich in intakten und lebendigen Böden der Kreislauf, der die Wälder auch unter schwierigen Bedingungen, wie dem Klimawandel, fit und gesund für die Zukunft macht. Im Folgenden sind beispielhaft die Ergebnisse einer Feinwurzelgrabung im Jahre 2021 im Trinkwasserschutzgebiet Hartmahd, Landsberg am Lech, auf Schotterboden innerhalb einer studentischen Projektwoche der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf dargestellt:

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass Laubhölzer je nach Art tendenziell oder deutlich tiefer wurzeln; pro Flächeneinheit haben alle Laubbaumarten deutlich höhere Feinwurzelmassen. Bezieht man die Feinwurzelmassen auf die Bestandesgrundfläche (GF ist die tatsächliche Grundfläche, die die Bäume auf einem Hektar einnehmen), zeigt sich, dass die Fichte pro m<sup>2</sup> Bestandesgrundfläche nur etwa halb so viel Wurzelmasse aufweist, wie die anderen Laubbäume und der wurzelintensive Bergahorn viermal so viele Wurzeln hat wie die Fichte.

### Regenwurm

Aufgrund ihrer herausragenden ökologischen Funktion bei der Bodenbildung und Aufbereitung anfallender organischer Substanz sind Regenwürmer essenziell wichtige Lebewesen für die Fruchtbarkeit und Produktionsfähigkeit der Böden. Sie graben und fressen sich ständig kreuz und quer durch die Bodenschichten ihrer Lebensbereiche. Die dabei aufgenommene Erde enthält Bakterien, Pilzsporen und zahlreiche Einzeller, die verdaut und als Nahrung genutzt werden. Die Regenwürmer vermengen und verdauen diese Bestandteile und scheiden sie anschließend als Wurm Kot wieder aus.

Dieser enthält wertvolle Humusanteile, die Ton-Humus-Komplexe, in angereicherter Form. Durch die Beschaffenheit der Erde, die der Regenwurm erzeugt, werden die für den Boden nützlichen Mikroorganismen gefördert. Ein lebendiger, humus- und regenwurmreicher Boden ist verantwortlich für die

dauerhafte und leistungsfähige oberirdische Biomasseproduktion. Er wird als Indikator für die unterirdische Biodiversität gesehen.

## 2 Einwertungsbogen für den Waldzustand

Nachfolgend wird der sogenannte Einwertungsbogen für den Waldzustand, seine Funktion in der Theorie sowie konkrete Beispiele dargelegt. Weiterhin wird das Thema „Jagdmanagement“ und seine Notwendigkeit in Bezug auf den Waldumbau erläutert.

Im Zuge des LIFE Future Forest Projekts wurde ein Bewertungstool entwickelt, das auf einfache Weise Waldbesitzende dabei unterstützt, in vier einfachen Schritten zu bestimmen, wie weit der Wald bereits hinsichtlich des angestrebten Zukunftswaldes umgebaut ist.

Dieser einfache zu befüllende Bogen fragt Baumarten, Humusform, vertikale Struktur/Bewirtschaftungsart, sowie die Naturverjüngung/Verbiss ab und lässt so eine Einschätzung des Waldzustandes zu. Die Ergebnisse der Abfrage werden mit der jeweiligen Wertung der Kategorie verrechnet und in eine der vier Einwertungsstufen eingeteilt:

<b>Stufe 1</b>	Rot
<b>Stufe 2</b>	Orange
<b>Stufe 3</b>	Gelb
<b>Stufe 4</b>	Grün

Die folgenden Fallbeispiele sollen einige Maßnahmen und Möglichkeiten aufzeigen, mit denen andere Waldbesitzende bereits ihre Waldstrukturen verbessert haben. Die Unterstützung hinsichtlich der waldbaulichen Maßnahmen durch einen Beratungsförster, die für die Entwicklung eines enkeltauglichen Zukunftswaldes notwendig sind, ist dabei für den Laien oft sehr hilfreich.

Sonderstandorte wie Bergwälder, bewaldete Moorflächen, Auwälder oder nicht bewirtschaftete Flächen können über den Bewertungsbogen nicht analysiert werden, da für diese Flächen besondere klimatische, hydrologische oder nährstoffbedingte Voraussetzungen gelten. Bei Neuanpflanzungen sowie Jungbeständen kann der Einwertungsbogen nur bedingt eine Aussage über den Wert der Fläche treffen, aber bereits eine zukünftige Entwicklung prognostizieren.

Im Folgenden werden der Bogen und seine einzelnen Stufen kurz stichpunktartig erläutert und mit Beispielen zu den jeweiligen Entwicklungsstufen ergänzt.

## Stufe 1

Über 80 % der überschirmten Fläche ist Nadelholz (Tanne als tiefwurzelnende Baumart ist hiervon ausgenommen).

Vorherrschende Humusart ist Rohhumus oder rohhumusartiger Moder (entsteht in der Regel auf sauren Böden; pH-Wert < 6,5). Beispielhaft zu sehen auf den Abbildungen 4 und 5. Der Abbau der organischen Substanz ist durch die stark saure Bodenreaktion gehemmt. Unter stark sauren Bedingungen fehlen die für den Abbau der organischen Substanz verantwortlichen Bodenlebewesen weitgehend. Des Weiteren entstehen durch die Versauerung auch Nitratauswaschungen. Schlechte Durchwurzelung und sehr wenig Bodenleben (kaum Regenwürmer) führen zu schlechter Durchlüftung, hoher Stickstoffsättigung und Versauerung durch fehlende Zersetzung. Wasserspeicherung ist nur in geringem Umfang möglich.

Der Wald ist als Monokultur und einschichtiger Altersklassenwald aufgebaut.

Es ist keine oder nur Nadelholzverjüngung (hauptsächlich Fichtenanflug) vorhanden.



Abbildung 3: Beispiel für Stufe 1: Fichtenreinbestand



Abbildung 4: Beispiel für einen Rohhumusboden



Abbildung 5: Beispiel für einen Rohhumusboden

## Stufe 2

Über 20 % Laubholz- und Tannenanteil.

Humusform Moder (Beispielhaft zu sehen auf den Abbildungen 7 und 8) bedeutet eine geringe Bodenverbesserung gegenüber rohhumusartigem Moder, aber immer noch relativ wenig Bodenlebewesen (Indikator Regenwürmer). Es sind noch keine besonderen Auswirkungen auf die Bodenentwicklung erkennbar.

Vorbau/Verjüngung zählt zum prozentualen Anteil dazu, sobald er über zwei Meter hoch ist und der Verbisssgefahr entwachsen ist.

Der Altersklassenwald aus Stufe Rot befindet sich bereits im Umbau hin zu einem stufigen Mischwald.



Abbildung 6: Beispiel für Stufe 2: Fichtenreinbestand mit Vorbau aus Laubholzarten



Abbildung 7: Beispiel für einen Moderboden



Abbildung 9: Beispiel für Stufe 3: Strukturierter Mischwald mit hohem Laubholzanteil



Abbildung 8: Beispiel für einen Moderboden



Abbildung 10: Beispiel für einen mullartigen Moderboden

### Stufe 3

Über 50 % Laubholz- und Tannenanteil (davon mindestens 50 % Anteil regenwurmfördernder Arten (Edellaubhölzer) im Gesamtbestand)

Mullartiger Moder (Beispielhaft zu sehen auf den Abbildungen 10 und 11) bedeutet eine spürbare Bodenverbesserung und Bodenbelebung (höhere Populationsdichte von Regenwürmern). Daraus resultieren vermehrte Feinwurzelproduktion sowie hohe Biodiversität.

Vorbau zählt zum prozentualen Anteil dazu, sobald er über fünf Meter hoch sowie flächig vorhanden ist (nicht mehr trupp- und gruppenweise) und damit beginnend Einfluss auf die Bodenverbesserung nimmt.

Aus dem Altersklassenwald ist bereits ein strukturierter Mischwald geworden: Hier sollte mindestens eine dienende Baumart wie Hainbuche oder Linde vertreten sein.



Abbildung 11: Beispiel für einen mullartigen Moderboden

**Stufe 4**

Über 80 % Laubholzanteil (davon mindestens 50 % Anteil regenwurmfördernder Arten (Edellaubhölzer) im Gesamtbestand)

Mullhumus (Beispielhaft zu sehen auf den Abbildungen 13 und 14) bedeutet volle Bodenleistung, hohe Biodiversität, hohe Resilienz, viele Regenwürmer und Feinwurzeln, guter Wasserspeicher (Hochwasserschutz) sowie geringste Nitratauswaschungen ins Trinkwasser.

Nadelholzanteil für z. B. Bauholz möglich, aber auch wertvolle Laubbaumarten als Furnier- oder Wertholz können gezielt gefördert werden (die hohen Ökosystemleistungen des Waldes bleiben dadurch trotzdem erhalten).

Aus dem Altersklassenwald ist ein zukunftsfähiger Dauermischwald mit plenterwaldartigen Strukturen geworden.



Abbildung 12: Beispiel für Stufe 4: Stark strukturierter Laubdauerwald



Abbildung 13: Beispiel für einen Mullboden



Abbildung 14: Beispiel für einen Mullboden

**Verwendung des Einwertungs bogens**

In dem Einwertungsbogen der Abbildung 15 wird je Bestand eine Bewertung durchgeführt.

1. Die verschiedenen Kategorien sind in vier Stufen eingeteilt (farbliche Markierung von Rot bis Grün)
2. Die vier einzelnen Kategorien werden wie folgt gewichtet:
  - a. Baumarten 4x
  - b. Humusform 3x
  - c. vertikale Struktur/Bewirtschaftungsart 2x
  - d. Naturverjüngung/Verbiss 1x
3. Die Gesamtbewertung wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$\begin{aligned}
 & \text{Gesamtstufe} = \\
 & \frac{\text{Stufe Baumarten } x4 + \text{Stufe Humusformen } x3 + \text{Stufe vertikale Struktur } x2 + \text{Stufe Naturverjüngung } x1}{10}
 \end{aligned}$$

Die Ergebnisse werden wie üblich (bis ,4 abrunden; ab ,5 aufrunden) auf ganze Zahlen gerundet.

Folgendes Beispiel soll die Anwendung des Bogens veranschaulichen:

- Kategorie 1: Im zu bewertenden Waldbestand sind neben Fichte bereits die Hälfte der Baumarten Laubbaumarten wie Buchen und Tannen, sowie ein Anteil von über 50 % Bergahorn. -> Stufe 3
- Kategorie 2: Da der Bergahorn bisher die einzige regenwurmfördernde Art ist, befindet sich die Humusform noch im Bereich Moder. -> Stufe 2
- Kategorie 3: Da bereits einige Baumarten vorhanden sind, aber noch alte Strukturen des Fichtenaltersklassenwalds erkennbar sind, ist hier bereits ein etwas strukturierter Mischwald erkennbar. -> Stufe 3
- Kategorie 4: Die jagdliche Situation ist für ausreichend Naturverjüngung noch ungenügend und der Wildbestand zu hoch, daher konnte sich bisher keine Naturverjüngung etablieren und durchsetzen. -> Stufe 1

Aus dieser Bewertung errechnet sich die Gesamtstufe wie folgt:

$$[\text{Kategorie 1 (Stufe 3 x 4)} + \text{Kategorie 2 (Stufe 2 x 3)} + \text{Kategorie 3 (Stufe 3 x 2)} + \text{Kategorie 4 (Stufe 1 x 1)}] / 10 = 2,5 \rightarrow \text{Gesamtstufe 3}$$

Hinweise / Besonderheiten:

- Als regenwurmfördernde Baumarten werden nach aktuellem Kenntnisstand alle heimischen

Baumarten außer Nadelbäume, Buchen- und Eichenarten empfohlen.

- Als dienende Baumarten werden Schattbaumarten wie Linde und Hainbuche empfohlen.
- Bei Neuanpflanzungen und Jungbeständen wird die Kategorie Naturverjüngung nicht bewertet.
- Sonderstandorte wie Bergwälder, Moorflächen, Auwälder oder nicht bewirtschaftete Flächen können über den Bewertungsbogen nicht analysiert werden.

<b>Baumarten</b>	> 80 % Nadelholz (außer Tanne)	> 20 % Laubholz - und Tannenanteil	> 50 % Laubholz - und Tannenanteil (davon > 50 % Regenwurm fördernde Arten)	> 80 % Laubholz - und Tannenanteil (davon > 50 % Regenwurm fördernde Arten)
<b>Gewichtung 4-fach</b>	1	2	3	4
<b>Humusform</b>	Rohhumusartiger Moder	Moder	Mullartiger Moder	Mullhumus
<b>Gewichtung 3-fach</b>	1	2	3	4
<b>Vertikale Struktur/ Bewirtschaftungsart</b>	Monokultur/ Altersklassenwald	Altersklassenwald im Umbau	Strukturierter Mischwald mit mindestens einer dienenden Baumart	Dauermischwald/ plenterwaldartige Strukturen
<b>Gewichtung 2-fach</b>	1	2	3	4
<b>Naturverjüngung/ Verbiss</b>	Keine oder nur Nadelholzverjüngung	Vorbau/ Verjüngung gesichert (über 2 m), keine Verbissgefahr mehr	Vorbau/ Verjüngung über 5 m, flächig vorhanden	fertig umgebaut, Naturverjüngung flächig vorhanden
<b>Gewichtung 1-fach</b>	1	2	3	4
 <b>Gesamtbewertung des Bestandes</b>    				

Abbildung 15: Einwertungsbogen für den Waldzustand

*Tipp: Mit Hilfe einer App kann der Wald schneller und effizienter bewertet werden als mit Zettel und Stift. Auf der Projektwebsite des Landratsamts Landsberg am Lech gibt es den Link dazu*



QR-Code, Download: Handbuch fuer nachhaltigen Waldumbau, Link zur Future Forest App-Anwendung

Im Projekt wurde ein Programm für die App „Mergin Maps“ geschrieben, um die Anwendung des Einwertungsbogens sowie das Auswertungsverfahren erheblich zu vereinfachen und zu digitalisieren. So ist eine Bewertung des Waldes GPS gestützt und offline nutzbar. Während einer studentischen Projektwoche in Schwabhausen wurde die Anwendung der App getestet und mit dem klassischen Verfahren verglichen. Die Ergebnisse des Tests waren durchwegs positiv: Alle Testpersonen waren nach einer kurzen Einführungszeit von fünf Minuten befähigt, die App anzuwenden und die Bewertung der Bestände eigenständig durch-

zuführen. Technisch traten keine Probleme auf, sodass schließlich das gesamte Projektgebiet von rund 60 ha in wenigen Stunden klassifiziert werden konnte. Mit Hilfe der App konnte der Zeitbedarf für die Erhebung im Vergleich zum klassischen Verfahren mit ausgedruckten Karten und Bewertungsbögen etwa halbiert werden.

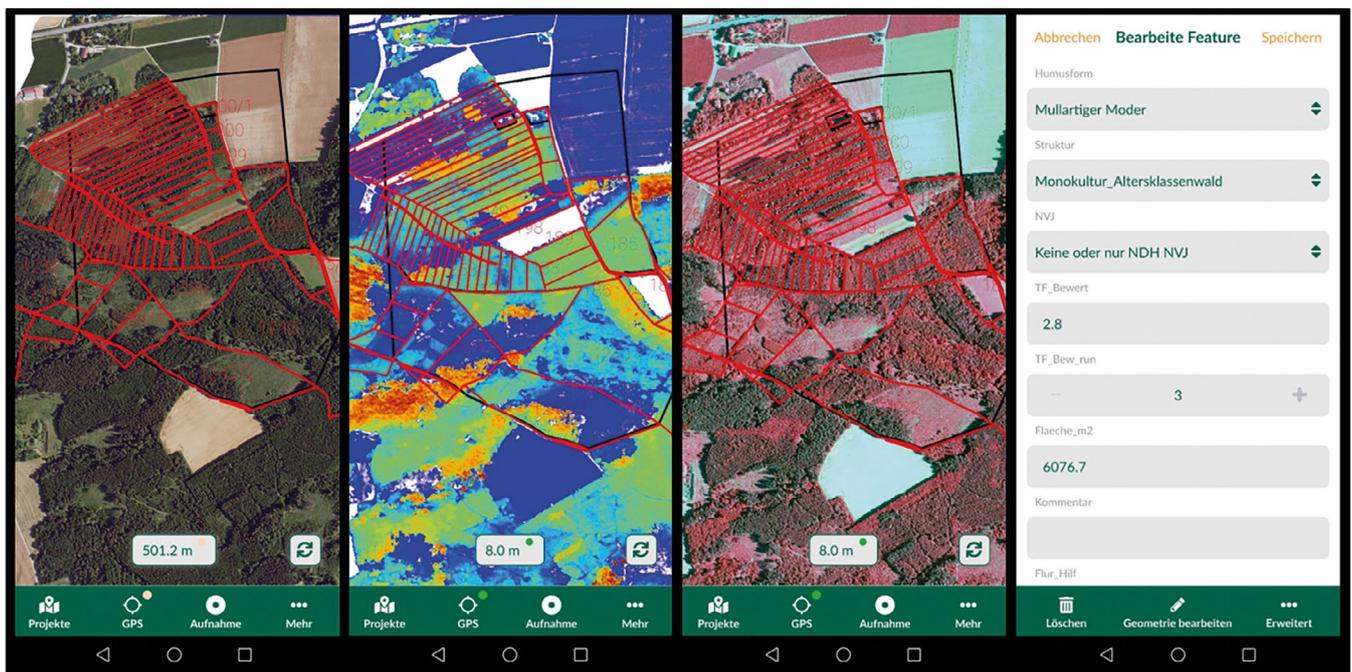


Abbildung 16: „Funktionen der Future Forest App-Anwendung“

Ergänzung zur Abbildung:

- Links: Layer mit digitalem Orthophoto zur Orientierung mit Flurstücksbegrenzungen
- 2.v.l.: Höhenmodell – Die Höhen der Kartenoberfläche wird anhand von farblichen Flächen dargestellt
- 3.v.l.: Colorinfrarot: Abgrenzung von Laub- oder Nadelbäumen sowie Rückschlüsse über die Bestandesvitalität
- Rechts: bearbeitbare Features zur digitalen Erfassung der Bestandeseinwertung

## 2.1 Fallbeispiele

Die folgenden vier Beispiele sollen die Maßnahmen und Entwicklungsziele einzelner Beispielflächen aus dem Projektgebiet zeigen. Die jeweils notwendigen Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Wälder hängen dabei von der Ausgangssituation der Waldstruktur sowie den topografischen, geologischen und klimatischen Gegebenheiten ab. Nicht alle Wälder müssen die Stufe 4 erreichen. Die gewünschte Entwicklungsstufe ist unter anderem davon abhängig, ob die Entwicklungsziele kurz-, mittel-, oder langfristig ausgelegt sind.

Anhand der folgenden Beispiele kann gezeigt werden, mit welchen waldbaulichen Maßnahmen sich die Leistungen des Waldes verbessern können und somit höhere Stufen erreicht werden.

### Fichtenreinbestand Westerholz: Stufe 1 zu 2

Im Gemeindegebiet Kaufering bewirtschaftet die Waldbesitzervereinigung (WBV) ein Waldstück der Pfarrpründe Kaufering. Dieses rund zwei Hektar große Waldgebiet liegt im Altmoränenstandort im Westerholz und weist durch tiefgründige Feinlehmböden sehr gute Wachstumsbedingungen auf (Abbildung 17).



Abbildung 17: Fichtenreinbestand im Westerholz

Der Fichtenbestand ist etwa 50 bis 80 Jahre alt. Bereits vor etwa 30 Jahren wurde damit begonnen, diesen ehemaligen reinen Fichtenwald umzubauen, indem er im älteren Bestandesteil im Norden und Westen auf kleiner Fläche bereits mit Buchen und Bergahorn (unter Zaunschutz) angereichert wurde. Als Schatt- bzw. Halbschattarten sind diese Baumarten ideal geeignet auch unter dem Schirm des dichten Fichtenbestandes zu wachsen.

Seit um das Jahr 2000 die Jagd auf Eigenbewirtschaftung umgestellt wurde, hat sich die Verbisssituation stark verbessert und Naturverjüngung vor allem aus Fichten, aber auch aus Bergahorn und sonstigem Laubholz stellt sich langsam ein. Die restliche Fichtenfläche, die regelmäßig durchforstet wird, wird im Klimawandel zunehmend durch Borkenkäfer und Wind angegriffen und der Fichtenbestand löst sich nach und nach auf.

Um in diesem Fichtenbestand vollflächig weitere Arten einzubringen sowie rechtzeitig aufzuwerten und anzupassen, wurden in einer Pflanzaktion weitere schattverträgliche Arten (Weißtanne, Winterlinde und Hainbuche) gepflanzt. Da weitere Naturverjüngung aus Bergahorn und Fichte zu erwarten ist, ergibt sich ein zukunftsfähiger, nadelholzdominierter Dauerwald.

Folgende Pflegemaßnahmen fallen hier beim Umbau vom Fichtenreinbestand zu beginnendem Mischwald an:

- Die Pflege findet im Rhythmus von 5 Jahren statt.
- Die Eingriffe erfolgen dabei hochdurchforstungsartig mit dem Ziel, eine wirksame Mischung zu erhalten, d.h. Edellaubholz soll auf der gesamten Fläche vorhanden sein/gefördert werden, um eine gute Humusart und lebendigen Boden zu erhalten.
- Bei den Eingriffen werden die Einzelbäume entfernt, die geradwüchsige Zukunftsbäume bedrängen oder in die Krone wachsen.
- Junge/kleine Bäume sowie dienende Baumarten wie Linde und Hainbuche müssen dabei unbedingt erhalten werden.
- Als Folge des hohen Zuwachses auf diesem Standort und im Mischwald muss der Zuwachs regelmäßig genutzt werden, um die Stabilität des Bestandes zu gewährleisten und den Wald weiterentwickeln.
- Bis 2050 wird sich durch die Weiterentwicklung dieses Bestandes ein Wald mit etwa 60 % Nadel- und 40 % Laubholz einstellen, der eine hohe stoffliche Nutzung ermöglicht und gesunde Böden erzeugt.

### Trinkwasserschutzgebiet Hartmahd Landsberg: Stufe 2 zu 3

Westlich des Lechs befindet sich das ca. 970 ha große Trinkwasserschutzgebiet „Weststadt-Hartmahd“ der Stadt Landsberg am Lech.

Auf diesem Gebiet liegt der Stadtwalddistrikt 22 „Innerer Stadtwald“ des städtischen Forstamtes. Der Distrikt nimmt dabei aktuell einen Flächenanteil von ca. 265 ha ein. Die Ausgangslage im Jahr 1991 war ein fichtendominierter Nadelwald mit einem Nadelholzanteil von 92 %.

Ab dem Jahr 1991 wurde, auch bedingt durch die starken Schäden, welche durch die Stürme Vivien und

Wiebke und die darauffolgenden Borkenkäferkalamitäten verursacht wurden, mit einem konsequenten Waldumbau begonnen.

Die entstandenen Schadflächen wurden mit nahezu 100 % Laubholz ergänzt. Dabei wurde aus Gründen des Trinkwasserschutzes auf Baumarten wie Robinie und Roterle verzichtet, da diese Stickstoff aus der Luft binden können und die Nitratwerte des Grundwassers negativ beeinflussen könnten.

Des Weiteren wurden die noch vorhandenen Fichtenaltbestände konsequent und flächig mit Buchengruppen unterpflanzt. In den Folgejahren wurden im Fichtenaltbestand immer wieder vereinzelt Zukunftsbäume entnommen, auch entstanden durch immer wieder auftretende Kalamitäten weitere Bestandslücken. In diesen Lücken konnte sich aufgrund eines intensiven und effektiven Jagdmanagements und der damit verbundenen niedrigen Schalenwildbestände schnell Naturverjüngung einstellen. Die entstandene Naturverjüngung wurde noch durch fehlende oder seltene Baumarten durch Pflanzungen ergänzt.

Die Jungbestände wurden frühzeitig ab Dickungsschluss gepflegt und durchforstet. Der Zeitraum zwischen diesen Eingriffen betrug dabei maximal fünf Jahre. Die Eingriffe erfolgten immer unter den Gesichtspunkten der Bestandesstabilität und der Förderung der Laubholzarten. Im Bestand vorhandene Laubholzarten wurden dabei konsequent freigestellt und Bedränger entnommen. Vorrangig wurde dabei der Bestand von Nadelholz (Fichte) reduziert.

In den darauffolgenden Dekaden wurden die lückig gewordenen Fichtenaltbestände zugunsten der darunter entstandenen Laubholzverjüngung teilweise geräumt.



Abbildung 18: Fichtenbestand mit Vorbau in der Hartmahd

Zusammenfassend kann die Vorgehensweise auf folgende Schritte festgelegt werden:

- Nutzung von aufgetretenen Lücken und Freiflächen durch Schäden als Pflanzflächen zum Einbringen von lichtbedürftigen Laubbaumarten wie z. B. Eiche.
- Durchforstung der bestehenden Bestände spätestens alle fünf Jahre.
- Konsequentes Einbringen von schattenverträglichem Laubholz unter die Fichtenbestände.
- Bepflanzen von bei der Durchforstung oder weiterer Schadereignisse entstehenden kleinen Lücken mit im Bestand noch nicht vorhandenen Baumarten oder neuen wärmetoleranten Baumarten.

Konsequente Bejagung des Schalenwildes, um durch einen niedrigen Bestand eine natürliche Verjüngung des Waldes in allen Bereichen zu ermöglichen (entsprechende Samenbäume im Altbestand natürlich vorausgesetzt).

Im Beispielbestand konnte durch dieses Zusammenspiel von konsequenten Waldbaumaßnahmen und intensiver Jagd innerhalb von 31 Jahren ein Laubholzanteil von 60 % erreicht werden. Mit diesem Anstieg ging ein deutlicher Rückgang der Nitratbelastung im Grundwasser einher, wie die Messergebnisse der im Bestand befindlichen Grundwassermessstellen belegen.

### Gemeindewald Scheuring im Auegebiet: Stufe 3 zu 4

Der Gemeindewald Scheuring erstreckt sich über etwa 80 ha im Aueeinfluss des Lechs. Der Auwald ist etwa zur Hälfte Trinkwasserschutzgebiet für die 1.825 Einwohner Scheurings und rund 80 % der Fläche sind als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen.

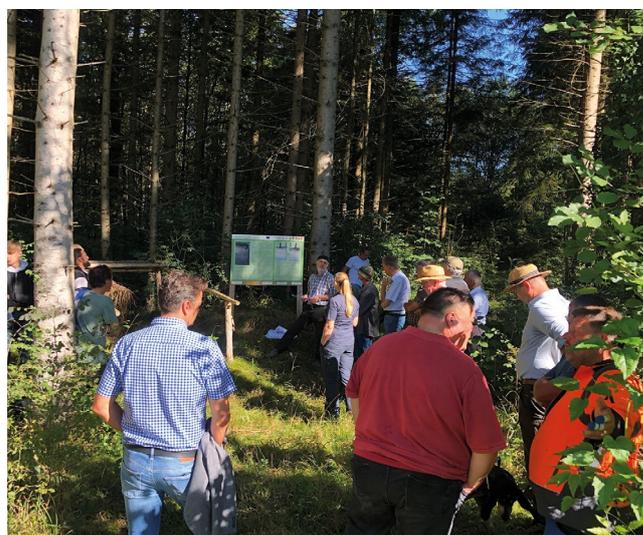


Abbildung 19: Waldführung durch alte Nadelholzbestände Scheurings auf dem Themenweg „Den Auwald und seine Böden erkunden“



Abbildung 20: Bodenlehrpfad mit Bodenprofil und Wurzelstock in den 1985 angepflanzten Edellaubholzbeständen Scheurings

Erste Pflanzungen mit standortgerechten Edellaubhölzern wie Ahorn, Kirsche, Ulme, Hainbuche, Linde und Nussbäumen wurden durchgeführt, nachdem bereits 1985 zunehmend Probleme mit dem Borkenkäfer sichtbar wurden. Im Jahr 2000 waren bereits rund 10 % der Baumarten im Gemeindewald Laubhölzer.

Zusätzlich wurden die bestehenden Wälder Fläche für Fläche vorbereitet, gepflegt, gezäunt, mit Laubholz bepflanzt und unterbaut. Dadurch konnten Freiflächen vermieden werden und die Verjüngung wuchs unter dem Schutz des Bestandes heran.

Durch die jagdliche Umstellung auf Eigenbewirtschaftung und das gute Zusammenwirken mit den Jagenden der umliegenden Flächen konnte der Waldumbau ohne Schutzmaßnahmen ab dem Jahr 2012 deutlich beschleunigt werden. Auch die Schalenwildbestände wurden hierdurch auf ein mischwaldverträgliches Niveau abgesenkt. Bereits nach einem Jahr zeigte sich, dass zaunfreie Naturverjüngung durch intensive Jagd möglich ist.

Derzeit sind über 20 Laubbaumarten und zwei Nadelbaumarten (Fichte, Kiefer) vorhanden. Da in der Gemeinde Scheuring eine Nahwärmeversorgung in Planung ist, orientiert sich die weitere waldbauliche Entwicklung am Dauerwald. Er verspricht eine hohe Energieholzgewinnung durch eine deutliche Steigerung der Nutzmenge ab 2030. Bis dahin wird der Nadelholzanteil auf etwa 30 % reduziert und ein wuchskräftiger Dauermischwald mit hohem Laubholzanteil etabliert sein.

Durch die regionale und lokale Nutzung des anfallenden Pflegeholzes aus kommunalem Wald wird zusätzlich zu den steigenden Ökosystemleistungen des Waldes die lokale Wertschöpfung gefördert und eine klimaneutrale Wärmeversorgung für die Gemeinde Scheuring ermöglicht.

Für die Weiterentwicklung des mittlerweile laubholzreichen Kommunalwaldes sind folgende waldbauliche Maßnahmen notwendig:

- Der gesicherte Laubholzbestand wird nach dem Hochdurchforstungskonzept behandelt. Dabei werden die Bedränger von Zukunftsbäumen (Z-Bäumen) entnommen und junge und schwache Bäume im Bestand belassen.
- Wichtig ist die Erhaltung von Schattbaumarten durch Eingriffe in die herrschende Schicht und damit als Beitrag zur Lichtsteuerung (Aufbau von Mehrschichtigkeit der Bestände und Förderung von Naturverjüngung und Struktur).
- Die Reduzierung des Nadelholzanteils auf der gesamten Fläche wird fortgeführt. Als nicht typische Baumart im Auwald wird sich die Fichte im Gesamtbestand auch durch Fichtennaturverjüngung bei einem Anteil von etwa 5 % bis 10 % einpendeln.
- Ein Fokus der Pflege liegt auf dem Minderheitenschutz (dabei werden seltene Arten wie hier etwa Ulme oder Elsbeere bevorzugt gepflegt, um die Vielfalt zu erhalten und zu fördern).

#### Dauermischwald Raimund Hofmann: Stufe 4

Die beiden Bestände des Waldes wurden 1989 (Bestand Biotop 1,3 ha) und 2007 (Bestand Neuanpflanzung 1,8 ha) auf ehemaligen Wiesen- und Ackerflächen im Wuchsbezirk 13.5. auf der Landsberger Altmoräne erstaufgeforstet. Die Bodenausgangssituation besteht aus Schotter mit mächtiger Lösslehmüberdeckung. Die Bodenwertzahl beträgt 72.



Abbildung 21: Stark strukturierter Laubdauerwald von Raimund Hofmann

## 2.2 Jagdmanagement

### Ausgangslage in Deutschland

Das Jagdrecht ist in Deutschland ein grundstücksgelinktes Eigentumsrecht. Die Jagd wird entweder von den Grundeigentümern selbst ausgeübt oder verpachtet. Über 80 % des Jagdgebietes sind in Privatbesitz. Das Jagdrecht beinhaltet nicht nur die Erlaubnis zur Jagd auf bestimmte Wildarten, sondern verpflichtet den Jäger auch zur Wildpflege. Die beiden tragenden Säulen der deutschen Jagd sind das sogenannte Jagdreviersystem und die Pflicht der Jagenden zur Wildpflege.

### Jagdreviersystem

Das Jagdreviersystem begründet die örtliche Zuständigkeit und Eigenverantwortung der Jagdberechtigten für ihre Bezirke. Das Jagdreviersystem ermöglicht eine ganzjährige bundesweite Überwachung durch gut ausgebildete Jägerinnen und Jäger. Sie geben zum Beispiel Auskunft über den Bestandsstatus von Wildbret. Auch das systematische Monitoring von Forstbezirken bietet eine Grundlage für die Forschung.

### Anforderung an das Wildtiermanagement

Jagende sind aufgerufen, die Lebensräume des Wildes im hochindustrialisierten und dicht besiedelten Deutschland zu erhalten. Wildtiermanagement bedeutet, nur so viel Wild zu entfernen, wie es die Bestandsentwicklung zulässt, die grundlegenden Lebensbedingungen des Wildes zu erhalten sowie Gefahren (z. B. durch Wild verursachte Krankheiten und Unfälle) zu vermeiden. Das Wildtiermanagement muss so erfolgen, dass nachteilige Auswirkungen auf die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, insbesondere durch Wildschäden, vermieden werden. Daher ist die Jagd eingebettet in den Biotop- und Artenschutz. Maßnahmen der Reviereigentümer zur Verbesserung der Lebensräume dienen nicht nur dem jagdbaren Wild, sondern auch einer Vielzahl nicht jagdbarer Tiere, die ganzjährig geschützt sind.



Abbildung 22: Naturverjüngung mit Drückjagdstand

### Zielsetzung LIFE Future Forest hinsichtlich Jagd

Ein stabil aufgebauter, gesunder Mischwald ist spätestens in der Zeit des voranschreitenden Klimawandels von einer Einstellungssache zur Überlebensfrage geworden. Nur ein artenreicher, naturnaher Wald hat die Kraft, dem steigenden Stress, der das Ökosystem zunehmend belastet, standzuhalten und dem heimischen Wild ein gesundes Habitat zu bieten.

Die Ziele für den Waldumbau sind klar definiert, das Handeln ist zwingend notwendig. Doch können Waldbaustrategien, die auf Baumartenvielfalt, Strukturreichtum und Naturverjüngung setzen, bestehen, wenn die Jagd als maßgebliche Komponente unverändert bleibt?

Die Vegetationsgutachten der Länder zur Waldverjüngung zeigen eines deutlich: Trotz großer Fortschritte in einzelnen Fällen reichen die Ergebnisse im Gesamten nicht für die notwendige Anpassung aus.

Eine herausragende Aufgabe der Jagd ist es, eine für den Lebensraum verträgliche Dichte an Schalenwild herbeizuführen. Die Jagd muss die Entwicklung aller für den Lebensraum typischen Arten (z. B. Bäume, Sträucher und Kräuter und alle damit vergesellschafteten Tiere) sicherstellen.

Damit schafft sie die Voraussetzung dafür, dass Grundeigentümer im Rahmen der rechtlichen Vorgaben alle Optionen zur Nutzung ihrer Flächen zur Verfügung haben und diese ihren individuellen Zielen gemäß nutzen können. Ein konstruktiver Dialog zwischen Jagdgenossinnen und Jagdgenossen sowie Jagdausübungsberechtigten ist erforderlich, um die Belange der Grundeigentümer besitzenden Personen zeitnah beim Jagdmanagement zu berücksichtigen. Wichtige Elemente dieses Dialogs sind gemeinsame Revierbegänge sowie Monitoringverfahren der Vegetation wie Weisergatter, Verbissaufnahmen und Schältschadensgutachten. Zum Monitoring der Wilddichten beim Wild gehören beispielsweise Wildbretgewichte, Kondition und Gesundheitsstatus der Wildbestände, die der Waldbesitzervereinigung (WBV) gemeldet werden und das Jagdmanagement positiv steuern.



Abbildung 23: Schaden durch Verbiss der Naturverjüngung



Abbildung 24: Schaden durch Verbiss der Naturverjüngung

Mittel hierzu kann z. B. die flexiblere Gestaltung von Jagdpachtverträgen sein. Mindestpachtzeiten sind hinderlich und möglichst abzuschaffen. Zudem ist die Eigenbewirtschaftung zu fördern und die Verpachtung an Vereine zu ermöglichen. Die Feststellung von Wildschäden im Wald ist praktikabler zu gestalten und die Schäden sind vollumfänglich zu ersetzen.

Schwerpunkt hinsichtlich der Jagd während der Projektlaufzeit ist die Aufklärung der breiten Öffentlichkeit über die Wichtigkeit dieser Zielsetzung sowie die Aufklärung über die Wichtigkeit einer zeitgemäßen Bejagung bei allen verantwortlichen Personengruppen (Jägerinnen und Jäger, Jagdgenossenschaft, Bürgermeisterinnen und Bürgermeister etc.)

#### Forderungen an den Gesetzgeber

Da die Jagd einen höchst relevanten Teil bei der Machbarkeit des Waldumbaus darstellt, stellt LIFE Future Forest folgende Forderungen an den Gesetzgeber:

- Schaffen von rechtlichen Grundlagen für moderne Jagdstrategien wie großflächige Drückjagden, z. B. bezüglich des Überjagens von Hunden oder einem Schießleistungsnachweis
- Anpassung der Jagdzeiten an geänderte Vegetationszeiten
- Synchronisierung der Jagdzeiten für alle Schalenwildarten
- Forstliche Gutachten zur Erfassung des Zustandes der Waldverjüngung als verbindliche Grundlage für die Abschussplanung in allen Bundesländern in Kombination mit Wildtiermonitoring
- Mehr Freiheiten für Verpächter, z. B. die Abschaffung von Mindestpachtzeiten
- Ein fachkundig begleitetes Wildtier- und Jagdmanagement

## 2.3 Der Weg zum Zukunftswald

Einen Waldumbau nach dem LIFE Future Forest Konzept kann jeder Waldbesitzende selbstständig durchführen. Bei der selbstständigen Durchführung ist das folgende Vorgehen zielführend:

Die betreffenden Waldstücke können mithilfe des Einwertungs bogens für den Waldzustand selbstständig oder eventuell mit Unterstützung durch einen Förster bewertet werden. Danach wird definiert, wie sich der Wald in Zukunft entwickeln soll und welche „Stufe“ (im Einwertungsbogen) angestrebt wird, sowie welche Ökosystemleistungen präferiert werden (Wertholzproduktion, Artenvielfalt, Kühlung, ...). Anschließend kann der Waldumbau in Angriff genommen werden.

Hierbei ist die professionelle Unterstützung durch eine fachkundige Person empfehlenswert, da für den Waldumbau und die Sicherung der Ökosystemleistungen viel Fachwissen notwendig ist.

Waldbesitzende wie der Projektpartner Raimund Hofmann (im Hauptberuf Lehrer) können jedoch auch durch Inanspruchnahme von Beratung, Fortbildung und Autodidaktik den Waldumbau selbst organisieren.

#### Vorgehen beim Waldumbau:

1. Bewertung des Waldstücks mithilfe des Bewertungsbogens
2. Festlegung des gewünschten, zukünftigen Zustands des Waldes (Stufe 1 bis 4 im Bewertungsbogen)
3. Entscheidung, welche Personen und Gruppen am Waldumbau beteiligt sein sollen
4. Festlegung eines Umbauplans (konkrete Vorgehensweise) unter Beachtung der Dauerwaldprinzipien
5. Durchführung

Hierbei können verschiedene Faktoren den Waldumbau unterstützen oder hemmen, wie in Tabelle 2 zu sehen.

Tabelle 2: Unterstützende und hemmende Faktoren im regionalen Waldumbau

beteiligte Gruppen	Wirkung ist	
	unterstützend	hemmend
<b>Waldbesitzende</b>	Zahlreiche Interessenten, intrinsisch motiviert, gut beraten und informiert	Wenige Interessenten, unmotiviert, an alten Mustern festhaltend
<b>Selbsthilfeeinrichtungen und Beratungen für Waldbesitzende</b>	Fachliche Beratung durch Waldbesitzervereinigung und Behörden; über positive Beispiele und Wissen zu lebendigem Boden	Nur auf Holzbereitstellung und vermarktung fokussiert
<b>Jagd</b>	Die Naturverjüngung kann ohne Verbiss aufwachsen. Der Grundsatz „Wald vor Wild“ wird eingehalten.	Wildbestand erlaubt keine natürliche Waldverjüngung ohne Schutzmaßnahmen
<b>Markt</b>	Ein Absatzmarkt für Pflegeholz ist vorhanden oder wird geschaffen (z.B. Nahwärme mit Energieholz).	Kein Absatzmarkt für das anfallende Pflegeholz vorhanden oder in Sicht

Der Waldumbau ist wichtig, um die Ökosystemleistungen für die gesamte Gesellschaft sicherzustellen. In der folgenden Abbildung sind beispielhaft sechs Ökosystemleistungen aufgeführt.

Das LIFE Future Forest Projekt verfolgt das Ziel, den Umbau des aktuell häufig eintönigen, strukturarmen Waldes hin zu einem resilienten und zukunftsfähigen Wald mit hohen Ökosystemleistungen zu fördern und diese Leistungen in den Fokus zu stellen.

**Wasserrückhalt:** Nimmt der Boden viel Wasser auf, können Überflutungen und Erosion verhindert werden. Ein intensiv durchwurzelter, biologisch aktiver und aufgelockerter Boden ist dazu in der Lage.

**Nährstoffkreislauf:** Ein intakter Nährstoffkreislauf bietet die Grundlage für optimales pflanzliches Wachstum. Rascher Streuabbau sowie ein tief eingearbeiteter Humus sind zentrale Bedingungen dafür.

**Wasserspeicherung:** Diese ist essentiell für das Pflanzenwachstum, besonders in Trockenzeiten. Die Aufnahme und Speicherung des Wassers wird durch biologische Aktivität und Humusanreicherung gefördert.

**Kohlenstoffspeicherung:** Klimaschutz bedeutet, viel Kohlenstoff im Boden langfristig zu speichern. Tiefe Durchwurzelung und die Aktivität des Regenwurms bringt den Humus auch in tiefere Bodenhorizonte.

**Wasserreinigung:** Wasser, das nicht im Boden gehalten wird, sickert langsam tiefer und füllt den Grundwasserspeicher auf. Ein biologisch aktiver, humusreicher Boden reinigt dabei das Wasser am besten.

**Biodiversität:** Unter Edellaubwald wird der saure Auflagehumus abgebaut, und es kommt mehr Licht an den Boden. Auch die erhöhte Aktivität der Bodenlebewelt bietet günstige Bedingungen für viele Arten.

Abbildung 25: Ökosystemleistungen des Waldes. Auszug aus einer Schautafel des Themenweges in Scheuring „Den Auwald und seine Böden erkunden“ (Quelle: INTERREG Alpine Space)

## 2 Vergütungssysteme

Waldbesitzende, die einen strukturreichen Laubdauerwald mit einem diversen Baumartenspektrum bewirtschaften, stellen die Resilienz und Langlebigkeit der Bestände über einen vergleichsweise schnellen Profit einer Nadelholzwirtschaft. Dauerwälder liefern hohe Ökosystemleistungen sowie hohe Produktivität, von denen die Gesellschaft und vor allem umliegend ansässige Bürgerinnen und Bürger profitieren. Innerhalb der Förderlandschaft fehlen bislang aber Honorierungen für die Mehrleistungen solcher Wälder im Vergleich zu Wäldern mit einem niedrigen oder sogar eintönigen Baumartenspektrum.

Bekannt ist der (Ver-)Kauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten: Hier werden Klimaschutzleistungen entsprechend der aus der Atmosphäre entzogenen oder auch gänzlich vermiedenen Menge an CO<sub>2</sub> bilanziert. Private Verbraucher und Firmen können ihre Emissionen durch Investitionen in diese Projekte ausgleichen.

### Die Zukunftswaldprämie und der FutureForestFonds

Beim angestrebten Zustand der Waldflächen des EU LIFE Future Forest Projektes handelt es sich um stark strukturierte Laubdauerwälder. Um die Struktur dieser Wälder aufrechtzuerhalten, sind häufige

Durchforstungen erforderlich. Eine Durchforstung beinhaltet aber eine Entnahme von Biomasse/Holz und damit auch die Entnahme von Kohlenstoff aus dem Bestand. Das entnommene Holz wird häufig zu Scheitholz/Hackschnitzeln verarbeitet und energetisch verwendet. Das Energieholz substituiert zwar fossile Emissionen aus der Verbrennung von Heizöl und Erdgas, eine langfristige Kohlenstoffspeicherung ist aber nicht gegeben.

Ein Waldökosystem liefert viele Ökosystemleistungen. Als Beispiel sind zu nennen die Erzeugung von Biomasse, Kühlung der Umgebung, Bereitstellung von Grund- und Trinkwasser, sowie Luftreinigung, Sauerstoffgenerierung, Hochwasser- und Erosionsschutz. Damit die Leistung des Ökosystems Wald nicht, wie beim Verkauf von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten, auf die Funktion Kohlenstoffspeicherung beschränkt wird, wurde ein Zertifikat entwickelt, das den gesamten Mehrwert der Laubdauerwälder honorieren soll.

Grundsätzlich ist die höhere Menge an produziertem Laubholz auf dem aktuellen Holzmarkt für Waldbesitzende ein wirtschaftlicher Nachteil im Vergleich zu Nadelholzbetrieben. Pro Hektar und Jahr entsteht durch die geringere Menge an sägefähigem Holz in laubholzdominierten Waldbeständen nach Einschätzung des Future Forest Projekt-Teams ein Mindererlös von etwa 400€ (Stand: 2021).

Flächeneinordnung:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichtenbestand 100%</li> <li>Fichte ohne Unterbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichtenaltbestand mit Buchenunterbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>50% Laub-, 50% Nadelholzanteil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>maximal 20% Nadelholz</li> <li>Mullboden</li> <li>Feinwurzelreich</li> </ul>
<b>Stufe 1</b>	<b>Stufe 2</b>	<b>Stufe 3</b>	<b>Stufe 4</b>

Baumarteneinordnung:		
<b>Nadelholz:</b> Fichte, Lärche, Kiefer, Douglasie	<b>Neutrale Baumarten:</b> Eiche, Buche, Tanne	<b>Vorteilhafte Laubhölzer:</b> Edellaubholz und sonstiges

Prämie:			
0 € / ha*Jahr	ca. 100 € / ha*Jahr	ca. 200 € / ha*Jahr	ca. 400 € / ha*Jahr

Abbildung 26: Einwertungsstufen von Waldbeständen mit zugehöriger Prämie

Dieser Unterschied soll durch ein im Projekt entwickeltes Prämiensystem ausgeglichen werden. Mit Hilfe des Einwertungs bogens wird die Stufe eines teilnehmenden Waldstücks festgestellt. Eine Einwertung erfolgt alle fünf Jahre neu. Die Prämie wird jährlich

durch einen Fonds, den FutureForestFonds, an die Waldbesitzenden ausgezahlt.

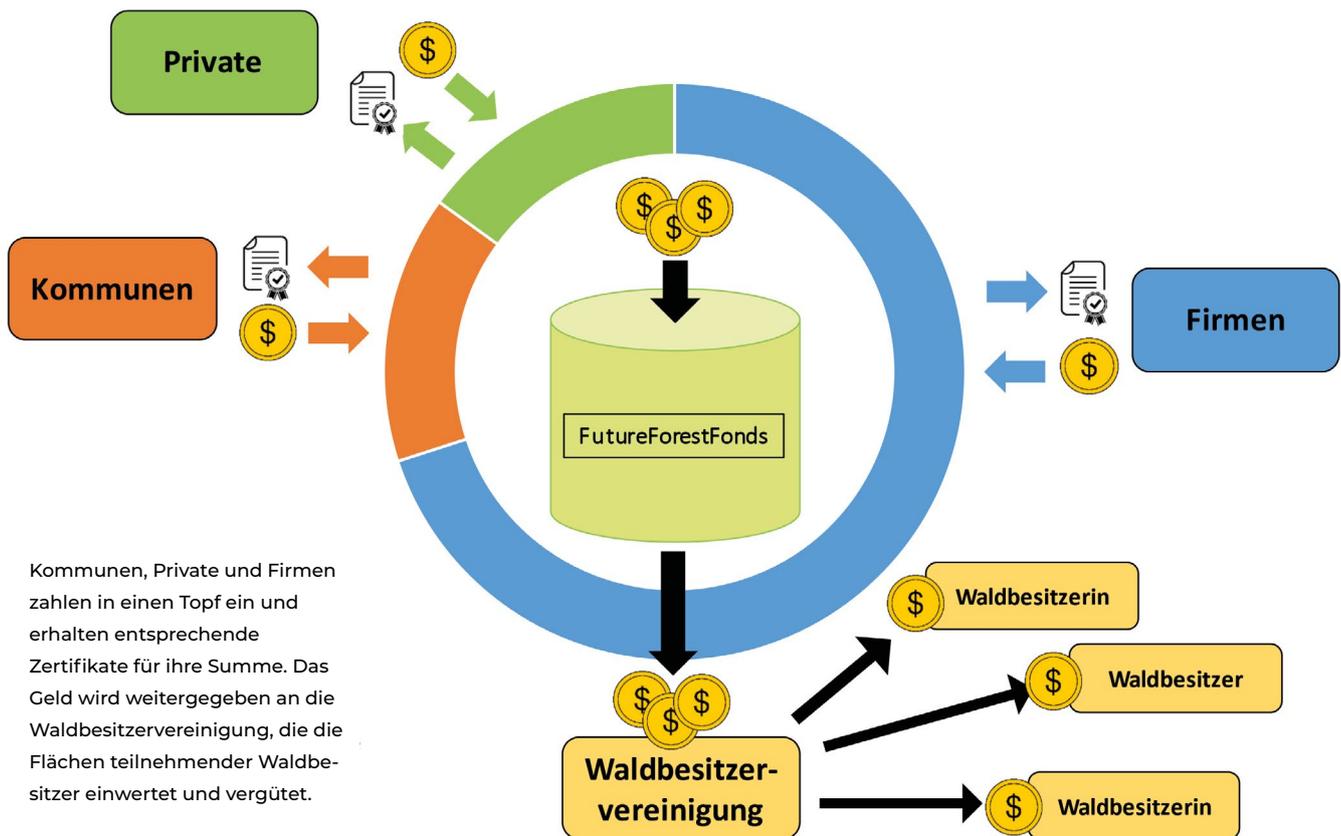


Abbildung 27: Aufbau des LIFE Future Forest Fonds

In den FutureForestFonds können Firmen, Kommunen und Private einzahlen. Verwaltet werden kann der Fond von einer Waldbesitzervereinigung, einer Kommune oder einen dafür gegründeten Verein. Für die Einwertung der Waldbestände bietet sich die Waldbesitzervereinigung vor Ort an.

Ausführlichere Informationen zum Modell der Zukunftswaldprämie und ihrer Umsetzung finden Sie in Kapitel 4 des LIFE Future Forest „Handbuch für nachhaltigen Waldumbau“.

**Wasserprämie**

Der Klimawandel sowie lange Trockenperioden führen bei den Trinkwasservorräten sowie der Trinkwasserversorgung an immer mehr Orten in Deutschland zu Problemen. Ein Grund für das weniger werdende Grund- und Trinkwasser bei gleichzeitig hohen Nitratwerten ist das aktuelle Management der Landwirtschaft. Dies betrifft sowohl Land- als auch Forstwirtschaft. Gerade Wälder können bei entsprechender Bewirtschaftung einen unbezahlbaren Einfluss auf folgende Wasserschutzfunktionen und wasserwirtschaftlichen Wirkungen haben:

- Reinhaltung des Grundwassers durch belastungsfrei naturnahe Bodennutzungsformen
- Hohe mechanische und biologische Reinigungskraft der Waldböden
- Verzögerter Oberflächenabfluss durch hohe Was-

serspeicherfähigkeit

- Erhöhte Infiltrationsrate unter gesunden lebendigen Böden
- Gleichmäßig hohe Wasserspende an den Grundwasserkörper

**Mehr und besseres Trinkwasser durch Wälder**

Neueste Ergebnisse des Thünen Instituts zeigen, wie verschiedene Baumarten und Waldbestände Einfluss auf das Wassermanagement eines Waldes nehmen können. Es wurde festgestellt, dass innerhalb der untersuchten Baumarten unter Nadelbäumen die schlechteste Tiefsickerung stattgefunden hat. Im Vergleich dazu schnitten alle Laubbaumarten besser ab.

Der Vorschlag zu einer Trinkwasserprämie durch das LIFE Future Forest Projekt zielt auf eine möglichst einfache Vorgehensweise ab. Mit der Prämie soll eine Wertschätzung an die Personen fließen, die durch die zukunftsfähige Bewirtschaftung ihrer Wälder einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Versorgung der lokalen Bevölkerung mit bestem Trinkwasser leisten. Für die Beurteilung der Wertigkeit der Wälder hinsichtlich Menge und Güte des Trinkwassers können die betroffenen Wälder in folgende Stufen unterteilt werden:



Stufe 1: Nadelholzanteil im Wald über 50 % → 0 €/ha*a
Stufe 2: Laubholzanteil im Wald über 50 % → 200 €/ha*a
Stufe 3: Laubholzanteil über 80 % und max. 20 % Tanne → 400 €/ha*a

Zur dauerhaften Gewährleistung der Leistung der Wälder sind folgende waldbauliche Grundsätze einzuhalten bzw. Kriterien bei der Bewertung der Wälder zu beachten (siehe auch Kapitel 3 im Handbuch für nachhaltigen Waldumbau)

- Kein Kahlschlag in den teilnehmenden Wäldern
- Einzelstammweise Nutzung oder Dauerwald
- Erlen und Robinien dürfen als stickstoffsammelnde Baumarten nicht in nennenswertem Umfang vorkommen.
- Naturverjüngung und Voranbau zählen zum Bestand, sobald diese der Verbissgefahr entwachsen sind.

*Tip: Eine detaillierte Darstellung der Vergütungssysteme findet sich in der Vollversion des Handbuchs ab Kapitel 4*

### 3 Ausblick und Vision

#### Fazit Klimawandel

Der Klimawandel läuft rasant weiter, während die Anpassung der Wälder nur langsam vorangeht. Bei den Maßnahmen wird häufig nicht oder zu wenig auf die Bedeutung von Wasserkreisläufen und von „lebendigen Böden“ geachtet:

- Dass mittlerweile ein Kipppunkt erreicht ist und anstatt der Temperatur das pflanzenverfügbare Wasser in der Vegetationszeit das Wachstum der Wälder entscheidend beeinflusst, wird zu wenig wahrgenommen.
- Die Bedeutung der Wälder für die lokalen und regionalen Niederschläge in der Vegetationszeit ist zu wenig bekannt.
- Dass sich die natürliche potentielle Vegetation in einem starken Wandel befindet, muss dringend und mehr als bisher in die Entscheidungen der Waldbesitzenden einfließen.
- Die Wahl der Baumarten beeinflusst die Lebendigkeit der Waldböden: Zum einen durch die unterschiedliche Durchwurzelungstiefe und -intensität bei den Feinwurzeln, zum anderen über den Laubfall, das resultierende Vor- oder Nichtvorkommen und die Häufigkeit von Regenwürmern sowie die Humusform (Mull oder Moder).

#### Fazit Ökosystemleistungen

Das Wissen um die für den Menschen notwendigen Ökosystemleistungen des Waldes ist zu wenig verbreitet. Die Bedeutung der Wälder als hohe, langle-

bige Vegetation für nicht ersetzbare Leistungen wie die Kühlung der Landschaft (z.B. an Heißtagen) und die Spende von in Menge und Qualität hochwertigem Trinkwasser ist vielen nicht bewusst oder wird als selbstverständlich angenommen.

- Die Abhängigkeit des Menschen von den Ökosystemleistungen des Waldes muss dringend auf allen Ebenen kommuniziert werden. Ökosystemleistungen müssen künftig honoriert werden.

#### Fazit Waldumbau

Die Forstwirtschaft hängt nach wie vor weitgehend von den Holzeinnahmen ab. Diese werden meist vom Anteil an stofflich nutzbarem Nadelholz bestimmt. Um die notwendige Anpassung zu laubholzreichen Dauerwäldern auf großer Fläche zu erreichen, ist es entscheidend, dass die niedrigeren Holzeinnahmen für Forstbetriebe und Waldbesitzende über Systeme wie den FutureForestFond oder die Wasserprämie ausgeglichen werden.

#### Übersichtsbogen: Bestandsaufnahme für den Waldbesitzer

Das vorliegende Handbuch gibt Waldbesitzenden eine Hilfestellung, wie ein Waldumbau zu einem klimastabilen Mischwald erfolgreich durchgeführt werden kann. Jeder Wald muss jedoch individuell betrachtet und mit spezifischen Zielen versehen werden. In Tabelle 3 sind Denkanstöße zu finden, welche bei diesem Prozess hilfreich sein können.

Tabelle 3: Übersichtsbogen: Bestandsaufnahme für den Waldbesitzer

<b>Ist-Zustand</b>	Welcher Waldzustand liegt vor?
<b>Veränderung (Temperatur, Niederschlag, Bodenzustand)</b>	Wie stark muss die Anpassung des Waldes ausfallen, um die notwendigen Ökosystemleistungen zu optimieren?
<b>Zielzustand</b>	Welche Ökosystemleistungen sollen erreicht werden?
<b>Zeitfaktor</b>	Wie viel Zeit ist notwendig, um den Zielzustand zu erreichen?
<b>Unterstützung</b>	Welche fachliche Unterstützung ist notwendig? Wo kann ich diese bekommen? Welche zusätzlichen Anreize sind möglich (Förderungen, Prämien)? <i>Tip: Lokale Waldbesitzervereinigung, zuständige Forstberater</i>

## 4 Das Projekt

LIFE Future Forest ist ein EU-gefördertes Projekt zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel, folgend auf Ergebnisse der bereits fertiggestellten Klimawandelstudie des Landkreises. Es wurde in Anlehnung an das INTERREG-Projekt "Links4Soils" gestartet, um auf den bisherigen Erkenntnissen aufzubauen. Die Region um Landsberg am Lech nimmt durch das seit 35 Jahren andauernde, kontinuierliche Engagement für nachhaltigen Waldumbau eine europaweite Modellrolle ein. Die Laufzeit des Projekts war von September 2020 bis Juni 2024. Partner des Projekts sind der Landkreis Landsberg am Lech (Leitender Partner), die Stadt Landsberg am Lech, die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie die fünf Partnergemeinden Kaufering, Fuchstal, Scheuring, Igling und Obermeitingen. Die Waldbesitzervereinigung Landsberg am Lech und verschiedene Privatwaldbesitzer sind ebenfalls beteiligt.

### Warum müssen die Wälder angepasst werden?

Seit Jahrzehnten wird in Deutschland und anderen europäischen Ländern in der Waldwirtschaft stark auf Nadelhölzer gesetzt, vor allem Fichte und Kiefer bestimmen oftmals das Waldbild. Die regelmäßig abfallenden Nadeln versauern den Boden und führen zum Abnehmen des Bodenlebens (inkl. Regenwürmer). Auf diese geschwächten Systeme prallen die nun immer häufiger auftretenden, durch den Klimawandel bedingten Wetterextreme wie z. B. Hitzeperioden. Regen fällt zum Teil wochenlang aus und der Boden hat u. a. aufgrund seiner Beschaffenheit zu wenig Wasser gespeichert, wodurch die Bäume Trockenstress bekommen und immer häufiger absterben.

Die Einzigartigkeit des Projekts liegt daher in dem starken Fokus auf einen gesunden, lebendigen Boden. Das abgeworfene Laub der Bäume bildet die Hauptnahrung für die Regenwürmer, die durch ihre Tätigkeit die Qualität der Böden verbessern. Jedoch gibt es Unterschiede in der Qualität der Blätter: Vor allem Fichtennadeln, aber auch Tannennadeln, Buchen- und Eichenblätter werden beispielsweise von den Regenwürmern verschmät.

### Neben konkreten Umbau- und Pflegeaktivitäten in den Waldflächen der Projektpartner sind die Kernelemente des Projekts:

- Das Handbuch für nachhaltigen Waldumbau  
Dieses enthält alle Erkenntnisse des Projektteams über den — mehr denn je — nötigen Waldumbau und wie dieser erfolgreich durchgeführt werden kann. Das Handbuch für nachhaltigen Waldumbau ist allen Kommunen in der EU zugänglich, der Anwendungsbereich liegt geographisch vor allem im gemäßigten Klima Mitteleuropas. Es stellt die

Informationsgrundlage dar für Waldbesitzende, Städte, Gemeinden und Entscheidungsträger. Die Thesen des Handbuchs stützen sich unter anderem auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse, welche innerhalb des Projekts gewonnen wurden. Eine große Hilfe waren hierbei die Studierenden der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, welche in regelmäßig stattfindenden Projektwochen das Projekt mit Felddaten und Auswertungen unterstützt haben.

Über die Gestaltung von zukunftsfähigen Wäldern gibt es unterschiedliche Ansichten. Manchmal wird gefordert, Teile der Wälder stillzulegen, also nicht mehr zu bewirtschaften. Das LIFE Future Forest Projektteam sieht das anders. Das Handbuch ist darauf ausgelegt einen laubholzreichen Dauerwald zu erschaffen, welcher auf ganzer Fläche intensiv genutzt werden kann und soll. Um diesen Wald zu erhalten, ist ein regelmäßiges Eingreifen sogar unverzichtbar. Priorität haben hierbei die angestrebten Ökosystemleistungen des Waldes (näher beschrieben in der Handbuch-Vollversion Kapitel 2.1).

- **Der Bewertungsbogen für den Waldzustand**

Um Wälder umfassend einschätzen zu können, hat das Projektteam einen eigenen Bewertungsbogen erstellt. Mithilfe dieses Bogens können alle Waldbesitzenden ihren Wald selbstständig bewerten und anschließend darauf basierende Entscheidungen treffen.

Im Bewertungsbogen finden sich die Kategorien „Baumarten“, „Humusform“, „Vertikale Struktur / Bewirtschaftungsart“ und „Naturverjüngung / Verbiss“, wobei „Baumarten“ sowie „Humusform“ höhere Relevanz haben. Für jede Kategorie gibt es vier Bewertungsstufen, die am Ende in einer Gesamtbewertung zusammenlaufen. Die App „Mergin Maps“ wurde innerhalb des Projekts so konfiguriert, dass nun eine schnelle und effiziente Bewertung der Wälder in digitaler Form möglich ist. Sie ist für alle Waldbesitzenden frei zugänglich und kann kostenfrei genutzt werden (Link zur App über den QR-Code am Anfang des Handbuchs). Diese Bewertung gibt die Grundlage für die Höhe einer möglichen Prämiensumme, die die Waldbesitzenden beantragen können.

- **Das Konzept einer Zukunftswaldprämie**

Die Waldbesitzenden sollen Geld für ihre positive Waldbewirtschaftung bekommen. Sie stellen mit ihren laubholzreichen Mischwäldern der Gesellschaft die verschiedenen Ökosystemfunktionen ihrer Wälder bisher unentgeltlich zur Verfügung. Die teilnehmenden Waldflächen werden mithilfe des im Projekt entwickelten Bewertungsbogens bzw. einer App analysiert, woraufhin die Waldbesitzenden basierend auf der Qualität ihrer Waldflächen als Honorierung einen Geldbetrag von bis zu 400 € pro Hektar und Jahr erhalten können. Die Geldbeträge entspringen einer Berechnung

des Projektteams und stellen die entgehenden Einnahmen dar, welche Waldbesitzende aktuell hinnehmen müssen, wenn sie ihren Wald nach dem LIFE Future Forest - Konzept bewirtschaften und im Vergleich zur weit verbreiteten, nadelholz-basierten Herangehensweise weniger Einnahmen erwirtschaften. Bei diesen Summen handelt es sich demnach um eine „Ausgleichszahlung“ für Einnahmenverluste in Form einer Prämie. Das Geld wird über mehrere Jahre hinweg ausbezahlt, wobei alle fünf Jahre eine Neubewertung der Waldflächen stattfindet. Die erste Umsetzung des Prämiensystems fand in der Gemeinde Fuchstal statt, die die Prämie aus den Einnahmen der lokalen kommunalen Windkraftanlagen finanziert. Ein ähnliches Prämienmodell für Wälder in Trinkwasserschutzgebieten wurde ebenfalls entwickelt. Die Prämienmodelle werden über die Projektlaufzeit hinaus weiterentwickelt mit der Intention, regionale Ableger zu finden. Langfristiges Ziel ist es, damit die Ökosystemleistungen der Wälder für den Menschen zu erhalten und zu verbessern.

- Die lokale Erforschung von Zukunftswäldern  
Weiterhin wurde auf diversen Waldflächen im Landkreis Landsberg am Lech demonstriert, wie die Umstrukturierung von Wäldern erfolgen kann. Jede Partnergemeinde stellte mindestens eine Waldfläche zur Verfügung. Dort fanden auch die Messungen und Bewertungen von Ökosystemleistungen (Holzmenge und -qualität, besser durchlüftete Böden, Biodiversität, Wasserrückhaltevermögen, CO<sub>2</sub>-Speichervermögen, Trinkwasserverfügbarkeit, Kühlleistung an Heißtagen) statt. Der Vorsprung von LIFE Future Forest gegenüber anderen Waldprojekten liegt u. a. darin, dass Förster Ludwig Pertl bereits seit Jahrzehnten Wälder im Landkreis Landsberg am Lech umgebaut hat und somit für das Projekt eine wichtige Basis schuf, um diese Zukunftswälder zu erforschen. Es fanden mehrere Regenwurm- und Feinwurzelgrabungen statt, welche trotz ihrer hohen Relevanz aufgrund des hohen Aufwands nur selten bei wissenschaftlichen Untersuchungen in Wäldern durchgeführt werden. Zudem wurden zahlreiche Dendrometer eingesetzt, um den Wachstumsverlauf der Bäume genau aufzuzeichnen. Besonders interessant war hier vor allem, wie unterschiedlich die verschiedenen Baumarten auf Trockenstress reagieren. Des Weiteren wurden Equitensimeter, Bodenfeuchtesensoren, Lufttemperatur- und Luftfeuchtesensoren verwendet. Ziel ist es, die Messgeräte im Wald auch in den kommenden Jahren weiterhin regelmäßig auszulesen und über Bachelorarbeiten an der HSWT auszuwerten.

#### Weitere Aktivitäten im Projekt

Das Projekt hat auf vielen verschiedenen Kommunikationskanälen auf sich aufmerksam gemacht:

- In zahlreichen **Waldbegängen** wurden direkt vor Ort, meist durch unseren Förster Ludwig Pertl, die Zusammenhänge erklärt.
- In **Projektwochen in Kooperation mit Studierenden der HSWT** konnten stets neue Ergebnisse erarbeitet werden, welche jeweils in einer öffentlichen Abschlussveranstaltung präsentiert wurden.
- **Zeitungsartikel**, vor allem in der regionalen Presse, berichteten regelmäßig über den Fortschritt unseres Projekts und informierten so die lokale Bevölkerung.
- Die **projekteigene Website** dokumentierte regelmäßig den aktuellen Stand des Projekts.
- Ein **Imagefilm**, welcher auf der Website des Projekts zu sehen ist, fasst das Projekt in Bild und Ton kurz und bündig zusammen.
- **Teilnahme an Messen**, welche sich rund um das Thema Wald und Forst eingliedern (Beispiele: EU Mission Soil Week, EU Green Week, Interforst München)
- **Radio- und Fernsehbeiträge** durch einen regionalen Fernsehreporter des bayerischen Fernsehens trugen ebenfalls stark zur Öffentlichkeitswirksamkeit des Projekts bei.
- **YouTube-Videos** in Kooperation mit dem deutschlandweit bekanntesten Selbstversorger-YouTuber „Selbstversorger Rigotti“ mit einer Abonnentenzahl von über 300.000 Personen brachten das Thema Wald und das Projekt LIFE Future Forest zudem mehr in den Fokus von Laien, welche mit den verbreiteten Wegen für Fachinformationen zu Wäldern kaum erreicht werden.
- Eine **Ausstellung** im Landratsamt Landsberg am Lech fand im Sommer 2022 statt und richtete sich speziell an Kinder im Grundschulalter. Das Highlight stellte eine Virtual Reality (VR) Brille dar, mit deren Hilfe der Benutzer digital auf die Größe eines Käfers geschrumpft wurde und das Bodenleben beobachten konnte.
- Eine **Tagung für Waldbesitzer und Wald-Interessierte** fand 2023 statt und beinhaltete sowohl Waldbegänge, als auch verschiedene Vorträge zum Thema Waldumbau und Klimawandel.
- Das Auslegen eines **Multi-Geocache** in der Gemeinde Kaufering sorgte durch projektbasierte Rätsel für eine spielerische Herangehensweise an das Projekt und das Thema Waldumbau.

Die Botschaft des Projekts konnte auch durch gezieltes Netzwerken mit einflussreichen Institutionen besser verbreitet werden. Die Netzwerke halfen zudem dem Projektteam bei der Ausrichtung der Projektziele.

- Die Interessengemeinschaft gesunder Böden e.V. nahm Förster Ludwig Pertl 2022 in den Fachbeirat als Sprecher für den Wald(boden) auf. Er hielt im Zuge dessen an einem der jährlich stattfindenden Bodentage einen Vortrag über den Waldboden und das Projekt und produzierte einen Podcast.
- Stefan Schwarzer (Aufbauende Landwirtschaft) konnte als physischer Geograph und Permakultur-Designer die Zusammenhänge zwischen Klima(veränderung) und dem weltweiten Waldverlust aufzeigen. Er schrieb unter anderem das Buch „Aufbäumen gegen die Dürre“, in dem ein Kapitel dem LIFE Future Forest Konzept gewidmet ist.
- Über die Neumarkter Lammsbräu Gebr. Ehrnsperger KG konnte das Projekt einen prominenten Fürsprecher — Dr. Franz Ehrnsperger — gewinnen. In Neumarkt in der Oberpfalz (Sitz des Unternehmens) konnte erreicht werden, dass dort das LIFE Future Forest Konzept adaptiert wird. Herr Dr. Ehrnsperger nahm an zahlreichen Aktionen des Projekts teil und hielt Vorträge.
- Die Stiftung Kunst & Natur, hinter der die Deutschen Unternehmerin Susanne Klatten steht, hielt eine der jährlich stattfindenden Projektwochen in Kooperation mit LIFE Future Forest ab. Die Ergebnisse wurden im Rahmen von zwei öffentlichkeitswirksamen Aktionen der Stiftungun der Öffentlichkeit präsentiert.
- Die Alpine Soil Partnership wurde innerhalb des Vorprojekts zu LIFE Future Forest „Links4Soils“ gegründet und stellt die Verbindung zum Alpenraum her.
- Der Bezug von Wald und Boden zur Kunst wurde auch durch „Fräulein Brehms Tierleben“ (Frau Barbara Geiger) hergestellt. Sie stellt den Regenwurm künstlerisch in Szene.
- Mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) konnte ein Bindeglied zur aktuellen Waldforschung hergestellt werden. Das DLR unterstützt das Projekt bei der wissenschaftlichen Herleitung der Ökosystemleistungen des Waldes.
- nachhaltigen Waldumbaus überführt. Auf weiteren knapp 11.000 Hektar wird das nachhaltige Waldmanagement nach Future Forest Prinzip umgesetzt und somit ein nachhaltiger, klimaresilienter Wald im Landkreis Landsberg am Lech geschaffen. Dabei darf die Verbesserung der Lebensqualität im Landkreis nicht vergessen werden, die der nachhaltige Wald durch Ökosystemleistungen wie z.B. Kühlleistung, Wasserqualität und -quantität bereitstellt.
- Bis zu 1,7 Milliarden zusätzliche Regenwürmer wurden in den Projektwaldböden erreicht, welche den Boden lockern, durchlüften und fruchtbar machen.
- 27 Teilnehmende konnten für den ersten Anlauf der lokalen Zukunftswaldprämie in der Gemeinde Fuchstal mit einer Gesamtfläche von über 200 Hektar Wald versammelt werden. An sie werden insgesamt knapp 10.000 € im ersten Jahr an Prämien summe ausgezahlt. Diese Auszahlung wird für fünf Jahre wiederholt, danach findet eine neue Bewertung der Waldflächen statt.
- Eine Informationsdatenbank zum Thema Waldumbau wurde eingerichtet, die öffentlich und online zugreifbar ist und wichtiges Wissen einfach zugänglich macht: [https://www.zotero.org/groups/4904150/eu\\_life\\_futureforest](https://www.zotero.org/groups/4904150/eu_life_futureforest)
- Über 400 Waldbesitzende konnten über das Waldkonzept informiert und geschult werden. Weitere Schulungen, Vorträge, wie z.B. Projektwochen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf führen zu einem Umdenken bei aktiven und zukünftigen Försterinnen und Förstern, Waldbesitzenden und Entscheidungstragenden.
- Im Zuge der Entwicklung des Bewertungstools für die Waldflächen wurde die App „Margin Maps“ weiter konfiguriert, sodass eine mobile, schnelle und einfache Bewertung der Waldflächen möglich ist. Sie ist für alle Waldbesitzenden kostenfrei zugänglich.

Versuche lokale, größere Firmen für die Teilfinanzierung der Zukunftswaldprämie zu gewinnen fanden wiederholt statt, scheiterten aber, da die Future Forest Zertifikate nicht als klassisches CO<sub>2</sub> Zertifikat vermarktet werden können.

### Ergebnisse und langfristiger Nutzen

Das Projekt konnte unter anderem während der Projektzeit folgendes erreichen:

- Es wurden ca. 70.000 Bäume gepflanzt.
- Ca. 570 Hektar wurden in den Prozess des

## **Kontaktinformationen Projekt**

Nikolaus Storz  
Landratsamt Landsberg am Lech  
Nikolaus.Storz@lra-ll.bayern.de  
Von-Kühlmann-Straße 15  
86899 Landsberg am Lech  
Tel.: 0049 8191 129 1520

## **Autoren und Projektteam**

M.Sc. Christian Diehl (Hochschule Weihenstephan – Triesdorf)  
M.Sc. Dominik Landerer (Forstamt Landsberg am Lech)  
Dipl.Ing Ludwig Pertl (Forstamt Landsberg am Lech)  
B.Ing. Maximilian Dietmeier (Forstamt Landsberg am Lech)  
M.Sc. Nikolaus Storz (Landratsamt Landsberg – Projektleitung)  
StD Raimund Hofmann (Waldbesitzer im Landkreis Landsberg am Lech)  
Prof. Dr. Stefan Wittkopf (Hochschule Weihenstephan – Triesdorf)  
M.Sc. Theresa Luber (blue! advancing european projects GbR)

## **Titelbild:**

Wald südlich von Westerschondorf, Landkreis Landsberg am Lech (Quelle: Julian Leitenstorfer)

## **Bildherkunft:**

Abbildungen und Bilder ohne Quellenangabe sind eigens erstellt oder aufgenommen.

## **Lektorat:**

Rosa Feigs  
hello@oe-communication.de  
Tel.: 0049 152 340 81 908

## **Visualisierung:**

Kann Medien  
Stephan Köstler  
service@kann-medien.de  
Tel.: 0049 9231 503 996

## **Druckerei:**

Onlineprinters

## **Erscheinungsjahr und -ort:**

Mai 2024, Landsberg am Lech, Deutschland

## **Haftungsausschluss:**

Kofinanziert von der Europäischen Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder von CINEA wider. Weder die Europäische Union noch die Bewilligungsbehörde können für sie verantwortlich gemacht werden.

## Projekttitle

Nachhaltige Anpassung der Wälder und Böden an den Klimawandel und Inwertsetzung der Wald-Ökosystemleistungen im Landkreis Landsberg am Lech (englisch: Sustainability of forests and soils and valorisation of the achieved ecosystem services in the county of Landsberg am Lech)

## Projekt Akronym

LIFE Future Forest

## Projektnummer

LIFE19 ENV/DE/000123

## Dauer

01.09.2020 – 30.06.2024

## Gesamtkosten

Gesamtbudget 1.444.244 €  
Förderfähige Kosten 1.403.000 €

## EU - Förderung

711.698 € (50,73 % der förderfähigen Kosten)

## Projektpartner:



Landratsamt Landsberg am Lech  
(Leitender Partner)



Stadt Landsberg  
(Projektpartner)



Hochschule Weihenstephan-Triesdorf  
(Projektpartner)

## Partnergemeinden:



Fuchstal



Igling



Kaufering



Obermeitingen



Scheuring

## Externer Support bei der Projektentwicklung und Umsetzung:

**blue!** advancing european projects

blue! advancing european projects GbR

