

110

118

117



Forstgenetisches Monitoring



www.lifegenmon.si



facebook.com/lifegenmon



twitter.com/lifegenmon

LIFEGENMON

Kurzbericht

2	Inhalt
3	Partnerinformationen
4	Die Herausforderung
5	Das LIFEGENMON-Projekt
6	Wie funktioniert forstgenetisches Monitoring (FGM)?
10	Die wichtigsten Ergebnisse
11	Was enthält das Handbuch für forstgenetisches Monitoring?
13	Öffentlichkeitsarbeit
19	Was sind die größten Hindernisse beim forstgenetischen Monitoring?
19	Der langfristige Nutzen des LIFEGENMON-Projekts

Partner- informationen

DEUTSCHLAND

BAYERISCHES AMT FÜR WALDGENETIK (AWG)

- 📍 Forstamtsplatz 1,
83317 Teisendorf, Deutschland
- ✉ poststelle@awg.bayern.de
- 🌐 www.awg.bayern.de



GRIECHENLAND

ARISTOTELES-UNIVERSITÄT THESSALONIKI

Fakultät für Forstwissenschaften,
Natur und Umwelt
Labor für Forstgenetik und Züchtung
(FGL-AUTH)

- 📍 Universitätssiedlung,
54124 Thessaloniki, Griechenland
- ☎ +30 2310 992778
- ✉ aravanop@for.auth.gr
- 🌐 www.for.auth.gr



ARISTOTLE
UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

HELLENISCHE REPUBLIK DEZENTRALISIERTE VERWALTUNG von MAZEDONIEN & THRACE GENERALDIREKTORAT für WÄLDER & LÄNDLICHE ANGELEGENHEITEN

- 📍 Oikonomidi & Prof. Rossidi 11,
546 55 Thessaloniki, Griechenland
- ☎ +30 213309114
- ✉ gdday@damt.gov.gr
- 🌐 www.damt.gov.gr



ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΔΑΣΩΝ &
ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

SLOWENIEN SLOWENISCHES FORSTINSTITUT

- 📍 Večna pot 2,
1000 Ljubljana, Slowenien
- ☎ +386-1-200 7800
- ✉ info@gozdis.si
- 🌐 www.gozdis.si



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

SLOWENISCHER FORSTDienst

- 📍 Večna pot 2,
1000 Ljubljana, Slowenien
- ☎ +386 1/470-00-50
- ✉ zgs.tajnistvo@zgs.si
- 🌐 www.zgs.si



ZENTRUM FÜR INFORMATIONSDIENSTE, KOOPERATION UND ENTWICKLUNG VON NRO

- 📍 Povšetova 37,
1000 Ljubljana, Slowenien
- ☎ +386 1 542 14 22,
+386 40 506 388
- ✉ info@cnvos.si
- 🌐 www.cnvos.si



cnvos
Centre for Information Service,
Co-operation and Development of NGOs

Die Herausforderung

Das Ökosystem Wald spielt eine wichtige Rolle bei der Speicherung von Kohlenstoffdioxid und bietet wichtige Lebensräume für Pflanzen und Tiere. Zudem ist der Wald ein wichtiger Erholungsort und Rohstofflieferant für den Menschen. Unsere Wälder sind jedoch zunehmend vom Klimawandel und von der Flächenversiegelung bedroht, wodurch auch ihre biologische Vielfalt (Biodiversität) und damit ihre Anpassungsfähigkeit an zukünftige Umweltbedingungen in Gefahr ist.

Biodiversität beginnt bereits auf der kleinsten Ebene - dem Gen. Die genetische Vielfalt ist ein wichtiger Bestandteil zum Erhalt der Biodiversität auf allen anderen Ebenen, wie etwa der Ebene der Arten, der Ökosysteme oder der gesamten Landschaft.

Autor von Illustrationen *Fagus sylvatica* L.: Marija Prelog

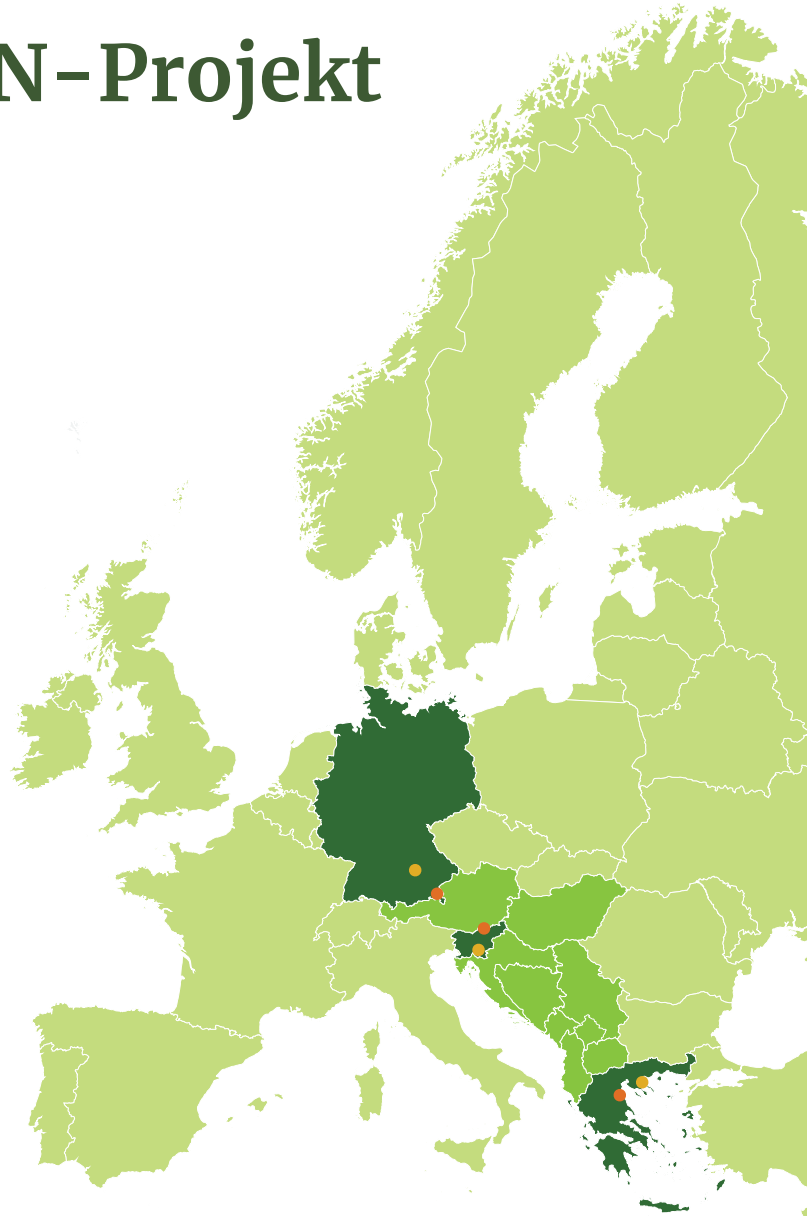


Das LIFEGENMON-Projekt

Das LIFEGENMON-Projekt hat zum Erhalt der Vielfalt auf genetischer Ebene einen wichtigen Beitrag geleistet, indem es die Grundlagen für forstgenetisches Monitoring auf europäischer Ebene etabliert hat. Forstgenetisches Monitoring erlaubt es uns, genetische Veränderungen langfristig zu beobachten und eine potenzielle Verschlechterung der Anpassungsfähigkeit eines Waldes zu erkennen, noch bevor diese mit dem bloßen Auge sichtbar wird. Diese Erkenntnisse unterstützen eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und schützen damit unsere Wälder.

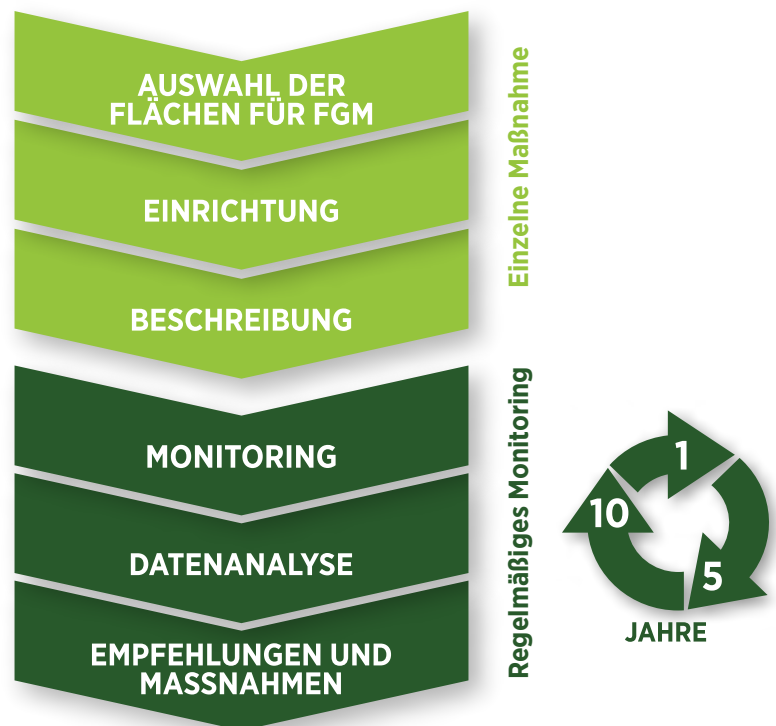
Das LIFEGENMON-Projekt lief von Juli 2014 bis Dezember 2020. Insgesamt waren sechs Partnerinstitutionen aus drei europäischen Ländern (Deutschland, Griechenland und Slowenien) beteiligt. Koordiniert wurde das Projekt vom Slowenischen Forstinstitut (SFI) unter der Leitung von Prof. Dr. Hojka Kraigher. Finanziert wurde es mit nationalen Geldmitteln und dem Programm LIFE+ (das Finanzierungsinstrument für die Umwelt) der Europäischen Union.

- Abbildung 1: Forstgenetische Monitoringbestände
- Partnerländer im LIFEGENMON-Projekt
 - Transekt
 - FGM-Flächen Rotbuche, *Fagus sylvatica*
 - FGM-Flächen Tanne, *Abies sp.*



Wie funktioniert forstgenetisches Monitoring (FGM)?

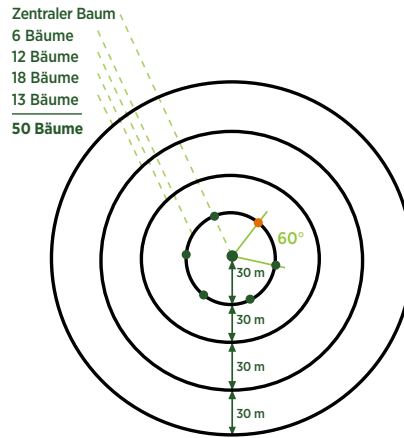
Abbildung 2: Ablauf des forstgenetischen Monitorings
(von Darius Kavaliauskas).



- 1.** Anhand definierter Kriterien wird ein passender Standort ausgewählt, und **die Fläche für das genetische Monitoring eingerichtet**. In LIFEGENMON wurden verschiedene Flächentypen für verschiedene Baumarten vorgeschlagen. Erprobt wurde das Monitoring für die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) und die Weißtanne (*Abies alba* / *Abies borisii-regis*). Rechts ist die Auswahl der Bäume auf einer Fläche für bestandsbildende Arten dargestellt (Abb. 3):

Abbildung 3.

Schematische Darstellung einer forstgenetischen Monitoring-Fläche (links) und die tatsächliche forstgenetische Monitoring-Fläche in einem zugelassenen Saatguterntebestand. (rechts)



- 2.** **Ausgewählte Bäume werden gekennzeichnet, georeferenziert und gemessen.** Einzelne Flächen mit vorhandener Naturverjüngung (Nachwuchs) werden ausgewählt und periodisch gezählt. Wenn möglich, wird eine meteorologische Station installiert, die Temperatur und Feuchtigkeit aufnimmt.



Photo: Mark Walter



Photo: Mark Walter



Autor von Illustrationen *Abies alba* Mill.:
Anja Rupar

3. Für die genetischen Analysen werden Proben von Altbäumen und Sämlingen genommen.

Im Labor wird die DNA der Bäume, der Naturverjüngung (Nachwuchs) sowie der Samen ausgewählter Bäume aus zwei verschiedenen Samenjahren extrahiert und genetisch analysiert. Außerdem werden jährlich phänologische Beobachtungen durchgeführt, bei denen z.B. Fruchtbildung, sowie Blüh- und Austriebsverhalten der Bäume erfasst werden.

Sämtliche Feld- und Laborarbeiten sind im Handbuch für das forstgenetisches Monitoring beschrieben, das im Rahmen des LIFE GENMON-Projekts erstellt wurde. Es enthält standardisierte und detaillierte Protokolle und Richtlinien für verschiedene Baumarten.



Photo: Mark Walter

- 4. Im Rahmen phänologischer Beobachtungen** werden jährlich wiederkehrende Ereignisse wie etwa Blütezeit, Laubaustrieb, Fruchtbildung oder herbstlicher Blattfall beobachtet und notiert. Die Zapfen- und Samensammlung erfolgt durch professionelle Zapfenpflücker.

- 5. Alle erfassten Daten werden in einer Datenbank gespeichert.** Eine internetbasierte Datenbank ermöglicht den Zugang, die Verwaltung, die Analyse und Standardisierung von Daten aus verschiedenen Quellen. Bei der Analyse der Daten werden die zeitlichen Veränderungen der genetischen Variation betrachtet, sowie die Entwicklung der Naturverjüngung und der Fruchtbildung. Die beobachteten Veränderungen können uns wichtige Informationen über den Zustand der Wälder liefern und uns helfen, potenziell schädliche Veränderungen im Anpassungsvermögen der Wälder zu erkennen. Die Informationen können außerdem dazu genutzt werden, Maßnahmen vorzunehmen, wenn die Veränderungen schwerwiegend sind.



Photo: www.pexels.com

Die wichtigsten Ergebnisse

Im Rahmen des LIFEGENMON-Projekts wurden verschiedene Maßnahmen durchgeführt und folgende Ergebnisse erzielt:



FESTLEGUNG DER STANDORTE FÜR FORSTGENETISCHES MONITORING:

Einrichtung des forstgenetischen Monitorings in sechs Beständen in Deutschland, Griechenland und Slowenien: ein Standort pro Land für Buche (*Fagus sylvatica*) und einer pro Land für Tanne (*Abies alba/Abies borisii-regis*); siehe Abb. 1, Seite 5.



ENTWICKLUNG STANDARDISierter PROTOKOLLE:

Standardisierte Protokolle für die Erfassung demografischer und genetischer Daten; Datenbank für die Speicherung demografischer und genetischer Daten; Wahl von definierten Indikatoren und Verifikatoren für drei Monitoringsebenen (Basis-, Standard- und Intensivebene); Kosten des forstgenetischen Monitorings pro bewertete(n) Art/Ebene/Indikator/Verifikator (als Teil eines entwickelten „Handbuchs für das forstgenetische Monitoring“).



HANDBUCH ZUM FORSTGENETISCHEN MONITORING

mit praktischen Ratschlägen zur Umsetzung.



EINE ENTSCHEIDUNGSHILFE UNTERSTÜTZT ENTSCHEIDUNGSTRÄGER

bei der optimalen Wahl der Ebene des forstgenetischen Monitorings auf Grundlage des Bedarfs und der verfügbaren Mittel.



VORGESCHLAGENE GESETZESÄNDERUNGEN AUF NATIONALER UND EUROPÄISCHER EBENE:

Das Projekt bildet das Fundament für ein zukünftiges forstgenetisches Monitoringsystem auf nationaler, regionaler und EU-Ebene. Ziel ist die Umsetzung des forstgenetischen Monitorings in der nationalen und europäischen Umweltgesetzgebung. Die Feststellung und Beurteilung wesentlicher Veränderungen in adaptiven und neutralen genetischen Variationen über einen längeren Zeitraum durch genetisches Monitoring sollte ein wesentlicher Bestandteil von Naturschutzprogrammen und nachhaltigen Forstnutzungspraktiken werden. Das Projekt bereitet zukünftige Strategien für die Anwendung des forstgenetischen Monitorings vor, um den Verlust der Biodiversität auf europäischer Ebene zu verhindern.



LEITFADEN ZUM FORSTGENETISCHEN MONITORING FÜR SIEBEN BAUMARTEN

Das Projekt hat Leitfäden zum forstgenetischen Monitoring für sieben ökologisch und wirtschaftlich wichtige Schlüssel-Waldbaumarten entwickelt. Diese Leitfäden enthalten Anweisungen für Förster und andere Fachleute zur Wahl, Einrichtung und Durchführung des forstgenetischen Monitorings vor Ort. Die Auswahl der Arten deckt eine große Bandbreite ab, da die Arten sich in ihrer Biologie und Verbreitung unterscheiden. Diese Anweisungen ermöglichen forstgenetisches Monitoring auf nationaler, regionaler und europäischer Ebene.

Was enthält das Handbuch für forstgenetisches Monitoring?



Als Reaktion auf den dringenden Bedarf nach einem forstgenetischen Monitoringsystem in Europa arbeitete LIFEGENMON mit zahlreichen Partnern auf internationaler, regionaler, nationaler und lokaler Ebene zusammen, um ein **Handbuch für forstgenetisches Monitoring** zu entwickeln. Das Handbuch enthält praktische Ratschläge zur Einführung und Durchführung des forstgenetischen Monitorings, zusammen mit den Empfehlungen für nachhaltige Waldbewirtschaftung. Es enthält detaillierte Beschreibungen zur Auswahl und Einrichtung forstgenetischer Monitoringverfahren auf drei verschiedenen Ebenen (Basis-, Standard- und Intensivebene).

Die Messungen der Basisebene umfassen die absolut notwendigen Werte für realistische Schlussfolgerungen. Die Messungen der Standardebene decken Feld- und Laborbeobachtungen ab und gewähren einen detaillierteren Einblick in die zeitlichen Veränderungen. Die Intensivebene enthält Feld- und molekulargenetische Labormethoden und gewährt einen intensiveren Einblick in die Ursachen der beobachteten zeitlichen Veränderungen (z.B. Veränderungen des Paarungssystems und erklärende Hintergrundinformationen). Kosten (von niedrig bis hoch) folgen der Ebene der Beurteilungsintensität (siehe Tabellen 1 und 2).



Abbildung 4: Illustrierter Leitfaden für die Beschreibung weiblicher (a) und männlicher Blühstadien (b) für den Verifikator „Blütenbildung“ der auf der Intensivebene erhoben wird.



	Basis		Standard		Intensiv	
Flächenauswahl	545 €	203 SD	545 €	203 SD	545 €	203 SD
Flächen einrichten	307 €	98 SD	1.625 €	406 SD	1.625 €	406 SD
Feldbeobachtungen	6.440 €	2.289 SD	19.579 €	6.695 SD	48.521 €	18.258 SD
Probenentnahme	0	0	387 €	40 SD	6.853 €	2.477 SD
Laboranalysen	0	0	3.878 €	954 SD	18.594 €	1.928 SD
Summe	7.292 €	2.574 SD	26.013 €	8.212 SD	76.137 €	20.464 SD

Tabelle 1: Kosten eines durchschnittlichen 10-jährigen forstgenetischen Monitoringintervalls pro Fläche und Überwachungsstufe. Die Durchschnittswerte wurden aus Daten aller drei Länder und beider Arten berechnet. Eine Entfernung von 100 km zum forstgenetischen Monitoringbestand wurde für alle Länder und Arten berücksichtigt. SA – Standardabweichung. Die Kosten für die Intensivebene beinhalten die Basis- und Standardkosten.

	Basis		Standard		Intensiv	
Material	68 €	40 SD	1.879 €	130 SD	17.889 €	3.229 SD
Arbeitszeit	160 Personenstunde	8 SD	673 Personenstunde	46 SD	1.563 Personenstunde	191 SD
Arbeitszeit	3.627 €	1.516 SD	14.865 €	6.018 SD	33.265 €	14.118 SD
Reisezeit	39 Personenstunde	7 SD	285 Personenstunde	73 SD	819 Personenstunde	316 SD
Reisezeit	3.597 €	1.035 SD	9.269 €	2.264 SD	24.983 €	7.422 SD
Summe	7.292 €	2.574 SD	26.013 €	8.212 SD	76.137 €	20.464 SD

Tabelle 2: Beitrag der Kostenkategorien zu den Gesamtkosten eines durchschnittlichen 10-jährigen forstgenetischen Monitoringintervalls pro Fläche und Ebene. Die Durchschnittswerte wurden aus Daten aller drei Länder und beider Arten berechnet. Für arbeitsabhängige Kosten (effektive Arbeitszeit und Reisezeit) werden sowohl die Lohnkosten als auch die Personenstunden dargestellt. Eine Entfernung von 100 km zum forstgenetischen Monitoringsbestand wurde für alle Länder und Arten berücksichtigt. SA – Standardabweichung. Die Kosten für die Intensivebene beinhalten die Basis- und Standardkosten.

Öffentlichkeits- arbeit

Während der Projektlaufzeit haben die beteiligten Partnerinstitute Workshops und Schulungen für den Forstwirtschaftssektor in Deutschland, Griechenland und Slowenien durchgeführt. Damit wurde ein gut funktionierendes, international verbundenes Netz aus Forstwirtschaftsspezialisten aufgebaut, das in das forstgenetische Monitoring involviert ist.



IUFRO-Konferenz
2019 in Brasilien.

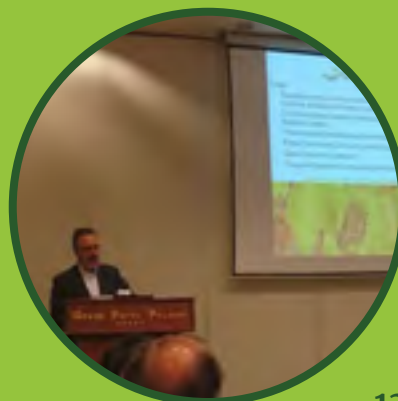


Das LIFEGENMON-Projekt wurde auf wissenschaftlichen Veranstaltungen, bei Fachleuten und Regierungsmitgliedern vorgestellt, und Informationsmaterial für Entscheidungsträger auf regionaler, nationaler und EU-Ebene erstellt und verteilt.

Raumplanungskonferenz der
Regionalregierung zu Wald und
Umwelt 2017.
> Foto: Chryse Sarvani



Gemeinsame GenTree/
LIFEGENMON-Veranstaltung
für Interessensvertreter 2017.



Dr. Nikitas Fragiskakis stellt dem stellvertretenden Minister im Ministerium für erfolgreicher Wiederaufbau, Umwelt und Energie, Ioannis Tsironis, das LIFEGENMON-Projekt vor.



Eine Labortechnikerin des Lifegenmon-Teams am AWG erklärt der bayrischen Ministerin für Land- und Forstwirtschaft, Michaela Kaniber, das Verfahren der DNA-Extraktion.

↪ Foto: Mark Walter



Mark Walter erklärt dem Landrat des Berchtesgadener Lands, Bernhard Kern, die Ziele des LIFEGENMON-Projekts.

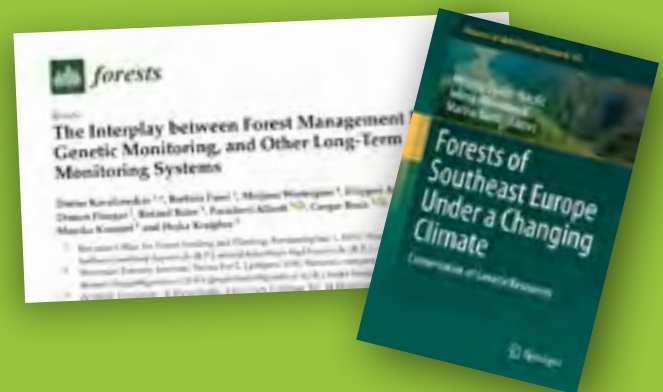
↘ Foto: Hannes Höfer



Präsentation des forstgenetischen Monitorings vor den Studenten der Fakultät für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und natürliche Umgebung der Aristoteles-Universität Thessaloniki.



Im Rahmen des LIFEGENMON-Projekts wurden zahlreiche fachliche und wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht



Lifegenmon- und Evoltree-Sommerakademie für DoktorandInnen.

Wir haben unterschiedliche forstgenetische Monitoringpraktiken mit verschiedenen Interessensvertretern diskutiert, um sie als Instrumente für eine nachhaltige Walbewirtschaftung zu etablieren. Hier sind einige Filmbeiträge dazu:

- Ein Dokumentarfilm über Wälder und Klimawandel zur Hauptsendezeit im nationalen slowenischen Fernsehen, RTV SLO 1.
- Eine Präsentation über forstgenetisches Monitoring und Klimawandel im griechischen regionalen und nationalen Fernsehen, ERT3.
- Präsentation des forstgenetischen Monitorings vor dem hellenischen parlamentarischen Umweltausschuss, ausgestrahlt auf hellenicparliamentTV.
- Ein Dokumentarfilm über LIFEENMON im Bayerischen Rundfunk ®.



Spiele für Kinder,
die unter anderem
auch Wissen
zur genetischen
Vielfalt vermitteln.



Für Familien: Der
Walderlebnistag mit
über 20 Institutionen,
die sich mit dem Wald
beschäftigen.
< Foto: Mark Walter



Das Programm »Ein Wald hat
viele Gesichter« beispielsweise
vermittelte Kindergartenkindern
ein grundlegendes Wissen zu
Verwandtschaftsverhältnissen
bei Waldbäumen. Mit
Naturmaterialien durften die
Kinder kreative Baumfamilien im
Wald gestalten und lernten dabei,
dass jeder Baum einen Vater und
eine Mutter hat, und meistens
auch mehrere Geschwister.

> Foto: Mark Walter



Mit Spielen wurde das Bewusstsein für Wälder,
Klimawandel und Forstwirtschaft bei Kindern aller
Altersstufen gestärkt.
^ Foto: Chryse Sarvani



^ Foto:
Gregor Skoberne

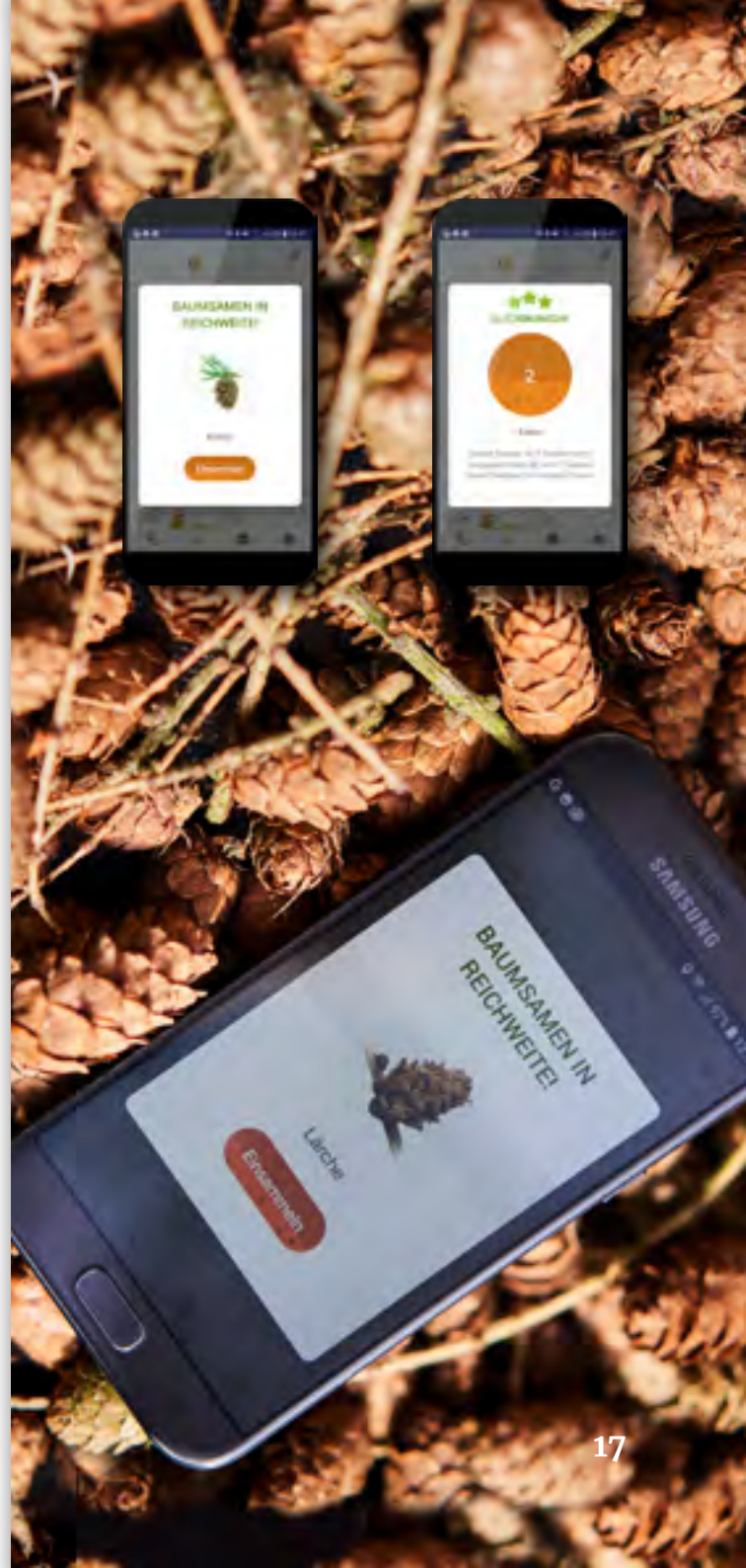


Mit „Seedhunter“ entwickelte das LIFE GEN MON-Team ein waldpädagogisches Spiel für Android, bei dem sich Kinder und Jugendliche auf die Jagd nach Baumsamen machen. Die Samen sind virtuelle Objekte in den Wäldern der Umgebung. Nähert sich der Spieler einem virtuellen Samen, kann er ihn mit dem Smartphone einsammeln und bekommt dafür Punkte. Seltene Baumarten sind weniger häufig zu finden, geben dafür mehr Punkte. Findet der Spieler mehrere Samen einer Baumart, erhält er einen Bonus für genetische Vielfalt. Die gesammelten Samen werden im Samentresor gespeichert, wo der Spieler, neben Informationen zu den Baumarten, eine Anleitung zur Anzucht eines echten Samens findet. Sobald sich der Spieler registriert, kann er sich mit anderen über eine Rangliste messen und zum erfolgreichsten Seedhunter werden.

Seedhunter ist erhältlich bei Google Play:



Photo: Mark Walter





Die endgültigen Projektergebnisse wurden bei der abschließenden Konferenz „Forest Science for Future Forests: Forest genetic monitoring and biodiversity in changing environments“ vorgestellt, die in Ljubljana, Slowenien, vom 21. bis 25. September 2020 stattfand. Aufgrund des Ausbruchs von Covid-19 wurde die Konferenz im Internet live übertragen, wodurch die Teilnahme sowohl online als auch vor Ort möglich war.

Der Tagungsband ist im digitalen Archiv des Slowenischen Forstinstituts erhältlich.

COBISS_ID: 28569091
ISBN: 978-961-6993-54-8
UDC: 630*58:630*16(082)
DOI: 10.20315/SFS.162



Was sind die größten Hindernisse beim forstgenetischen Monitoring?

Die Bedeutung des forstgenetischen Monitorings für die Zukunft der Wälder ist noch nicht vollständig in die entsprechende Gesetzgebung und die daraus abgeleiteten Maßnahmen implementiert. Unter anderem gibt es folgende Hürden dabei:

- die Bereitstellung finanzieller Mittel
- verwaltungstechnische Einschränkungen, z.B. internationale Koordination

- geschultes Personal, das langfristig verfügbar ist
- die fehlende Integration von Managementkonzepten forstgenetischer Ressourcen in Waldbaupraktiken (landesabhängig).

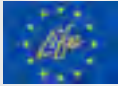
Im Klimawandel verändern sich Wälder mit enormer Geschwindigkeit. Daher muss umgehend gehandelt werden.

Der langfristige Nutzen des LIFEGENMON-Projekts

Forstgenetisches Monitoring gewährt Einblicke in den aktuellen Stand der genetischen Vielfalt bei bestimmten Waldbeständen. Verändert sich dieser, können Förster und Waldbesitzer frühzeitig Maßnahmen ergreifen.

Forstgenetisches Monitoring trägt damit langfristig zu verbessertem Management der Wälder bei, sodass diese besser mit den Auswirkungen des Klimawandels und anderer Streßfaktoren umgehen können.

Das Ergebnis des LIFEGENMON-Projekts ist damit ein wichtiger Beitrag für stabile Wälder unter zukünftig sich ändernden Umweltbedingungen. Nur so können auch nachfolgende Generationen den Wald mit all seinen Facetten erleben – sei es hinsichtlich seiner biologischen Vielfalt, als Rohstofflieferant oder einfach zur Erholung.



Dieses Projekt wird finanziell durch
den LIFE-Finanzmechanismus der
Europäischen Union unterstützt.



REPUBLIK SLOWENIEN
**MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT,
FORSTWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG**



REPUBLIK SLOWENIEN
**MINISTERIUM FÜR UMWELT
UND RAUMPLANUNG**

Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

