

Programm INTERREG V-A Österreich-Ungarn

ATHU150 – REIN-Forest

„Biodiversity conservation of the native forest in the border region and fostering their ability against the impacts of climate change“

Gemeinsame Dokumentation des Management- und Monitoringplans der Demonstrationsflächen

Dezember 2022

Erstellt von:
Erik SZAMOSVÁRI (BFW)
László NAGY (SOE ERTI)
Marcela VAN LOO (BFW)
Lambert WEIßENBACHER (BFW)

Das Projekt REIN-Forest (Nr. ATHU150, 01.10.2020-31.12.2022) wird im Rahmen des Kooperationsprogramms INTERREG V-A Österreich-Ungarn durch die Förderung der Europäischen Fonds für regionale Entwicklung umgesetzt.

Inhalt

1. Ziel	3
2. Management der Demonstrationsflächen	3
2.1. Kulturpflege	4
2.1.1. Methoden der Kulturpflege:.....	4
2.2. Reservepflanzen und Nachbesserung	5
2.3. Projektinformationstafel	6
2.4. Zugänglichkeit der Flächen bei Messungen, Probenahmen und Veranstaltungen.....	6
3. Monitoring der Demonstrationsflächen	7
3.1. Zusammenfassung zum Monitoringsplan	10
4. Quellen und relevante Literatur	11

1. Ziel

In der Waldforschung, insbesondere in der Herkunftsforschung und Forstpflanzenzüchtung, sind die Anlage, Betreuung und Monitoring von Demonstrationsflächen und Versuchsflächen Zentralelemente langfristiger Versuche. Maßnahmen und Erhebungen dieser Flächen liefern die forstliche Datengrundlage auf Bestandes-, Baum-, Arten-, Herkunfts- und Organebene durch Wiederholung an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Zeiträumen. Sie ermöglichen es Wissenschaftlern und Fachleuten wichtige Erkenntnisse in den Bereichen der Genetik, Ökologie, Ökonomie, Forstwirtschaft und Praxis zu sammeln, auszutauschen und zu nutzen. Die Methoden und Maßnahmen bei der Anlage, Betreuung und Monitoring sind sehr vielfältig. In diesem Dokument möchten wir einige der gängigsten vorstellen. Diese werden auch vom ERTI (Erdészeti Tudományos Intézet, in Sárvár) und BFW (Bundesforschungszentrum für Wald, Wien) in der Praxis eingesetzt und beruhen auf langjährigen Erfahrungen. Die Methoden und Maßnahmen sind immer abhängig von dem jeweiligen Standort und der Art der Forschungsziele. In diesem Dokument werden wir uns auf die Eigenschaften der verschiedenen Demonstrationsflächen des Projekts REIN-Forest beziehen und wir beschreiben hier auch das so genannte genetische Monitoring als eine mögliche und empfohlene Anwendung auf diesen Demonstrationsflächen (das Monitoring ist nach dem fünfzehnten Altersjahr). Dieses Dokument enthält Empfehlungen für die nächsten fünfzehn Jahre, für den Zeitraum vom 31.12.2022 bis 31.12.2037.

2. Management der Demonstrationsflächen

Eine verantwortungsvolle und kontinuierliche Management- und Pflegearbeit garantiert, dass die Versuchsflächen dauerhaft ihren Zielen gerecht werden. Im Mittelpunkt dieser steht das Überleben und das Wachstum der gesetzten Forstpflanzen. Durch regelmäßige Kontrollen und geplante Aktivitäten an den Versuchsflächen kann man rechtzeitig auf Veränderungen reagieren. Sowohl ERTI als auch BFW werden sich in Zukunft mit dem Flächeneigentümer der Demonstrationsfläche abstimmen, um die notwendigen Waldschutzmaßnahmen zu kontrollieren. Diese Zusammenarbeit garantiert den Erfolg dieser Langzeitversuche. In der österreichisch-ungarischen Grenzregion wird die lokale Waldbewirtschaftungspraxis angewendet.

Das Management der Versuchsflächen hat bereits vor der Auspflanzung - mit der gemeinsamen Entscheidungsfindung bei der Planung, der Platzierung des Versuchs auf der Fläche, dem Errichten und der Kontrolle des Schutzzauns - begonnen. Während der Laufzeit der Versuche, hier mindestens 15 Jahre, werden weitere regelmäßige Maßnahmen und Kontrollen der Versuchsflächen durchgeführt. Zu diesen gehören: Kulturpflege, Kontrolle des Zustandes des Schutzzauns (Löcher, Spannung, Steher), geplante Maßnahmen in naher Zukunft, notwendige waldbauliche Arbeitsschritte (inkl. Waldschutzaspekte) sowie Einzelbaumschutz und die zur Markierung von Parzellen dienen. Diese sollen mindestens jährlich und/oder nach extremen Wetterbedingungen durchgeführt werden.

2.1. Kulturpflege

Eine der wichtigsten Tätigkeiten, vor allem in den ersten Jahren nach der Aufforstung, ist die Kulturpflege der Versuchsflächen und der Setzlinge, wobei sogar eine zwei- bis dreimalige Kulturpflege der Versuchsflächen empfohlen wird. In der späteren Versuchsphase kann die Pflege weniger intensiv sein oder sich auf andere Aspekte konzentrieren (z.B.: Nach dem Jugendwachstum der Pflanzen sind die Gräser weniger konkurrenzfähig). Die Anwendung von Waldschutzmaßnahmen und Kulturpflege muss vor der Aufforstung mit den jeweiligen Flächeneigentümern abgesprochen werden, da die Kosten für die Kulturpflege des Bestandes von den Flächeneigentümern zu tragen sind. Wenn möglich, ist es ratsam, eine Vereinbarung mit dem Waldeigentümer zu treffen. Im Rahmen des Projekts REIN-Forest wurde vereinbart, dass der Versuchsansteller die Kosten für den Wildschutzzaun übernimmt und die Pflege von den Flächeneigentümern durchgeführt wird, aber der Versuchsansteller kann und soll diese kontrollieren. Der Flächeneigentümer verpflichtet sich die erforderlichen Kulturpflegemaßnahmen und alle weiteren Maßnahmen nach der allgemeinen Forstpraxis (Düngung, Stammzahlreduktion, Durchforstungseingriffe, Wertastung, Z-Stammauswahl) bis zur Sicherung der Kultur zu übernehmen. Alle Eingriffe sind eng mit dem Versuchsansteller abzustimmen. Den Zeitpunkt ab wann die Kultur als gesichert gilt, legt der Versuchsansteller fest. Zur Kultur- und Jungwuchspflege gehört es, die Jungpflanzen frei von Gräsern, Kräutern, Stauden und Holzpflanzen zu halten. So wird beispielsweise dringend empfohlen, Brombeeren, wilde Weinreben, Holunder, Goldrute, Birken und Weiden zu entfernen bzw. zu schneiden oder zu mähen. Eine weitere Bedrohung für Pflanzen sind nicht heimische und/oder invasive Arten wie z. B.: Robinie, Götterbaum, Eschenahorn, und andere. Alle diese Pflanzen können die Versuchsbäume negativ beeinflussen, da sie als starke Licht- und Nährstoffkonkurrenten auftreten.

Grundsätzlich muss die Pflanzenpflege immer an die Eigenschaften der Versuchsfläche und die Forschungsfrage angepasst werden. Im REIN-Forest-Projekt sind aufgrund der zwei unterschiedlichen Baumarten und der unterschiedlichen Designs der Auspflanzung folgende Punkte zu berücksichtigen: Reihenabstand, Erreichbarkeit, konkurrierende Arten, Hanglage, Verfügbarkeit von Arbeitskraft und Ressourcen, Wachstumsdynamik und Effektivität.

2.1.1. Methoden der Kulturpflege:

Manuell: Die manuelle Pflege kann durch Freitreten der Pflanzen aus dem Gras, Ausmähen, Sicheln oder motormanuell mit Freischneidegerät erfolgen. Diese Methode ist arbeits- und kostenintensiv, wird aber bei geringem Reihenabstand empfohlen, um eine Schädigung der Setzlinge zu vermeiden.

Mechanisch: Bei dieser Methode werden Maschinen, z. B. Weingartentraktoren mit angebautem Mulchgerät, eingesetzt, um den Bewuchs mechanisch zu entfernen.

Kombination manuell-maschinell: Beide Methoden werden angewendet, zwischen den Reihen mit der Maschine, in den Reihen von Hand. Ebenfalls zeitaufwändiger, aber in den ersten Jahren empfehlenswert, um die richtige Pflege zu gewährleisten.

Chemisch: In diesem Fall sind die Pflanzenschutzbestimmungen zu beachten. Das Spritzen von Herbiziden kann bei extremer Verunkrautung (Brombeere, Reitgras) eine Lösung sein, aber die Anwendungshinweise müssen sorgfältig beachtet werden.

2.1.2. Empfohlene Kulturpflege

Jährlich empfohlene Kulturpflege an den 6 Demonstrationsflächen des Projekts REIN-Forest:

Tabelle 1: empfohlene Kulturpflege in den ersten 2-3 Jahren.

Demonstrationsfläche	Methoden	Manuell	Mechanisch	Kombination	Chemisch
Bajánsenye – HU		1x			
Ivác – HU		1x			
Sopron – HU		1-2x			
Mannersdorf am Leithgebirghe - AT				2-3x	
Sparbach – AT				1-2x	
Reichenau an der Rax - AT		1-2x			

Tabelle 2: empfohlene Kulturpflege nach den ersten 2-3 Jahren.

Demonstrationsfläche	Methoden	Manuell	Mechanisch	Kombination	Chemisch
Bajánsenye – HU		1x			
Ivác – HU		1x			
Sopron – HU		1x			
Mannersdorf am Leithgebirghe - AT				1x	
Sparbach – AT				1x	
Reichenau an der Rax - AT		1x			

2.2. Reservepflanzen und Nachbesserung

Eine Planung bei der Beschaffung von dem forstlichen Vermehrungsgut mit Reservepflanzen ist notwendig, denn auch bei der genauesten Planung und Pflanzung kann nicht garantiert werden, dass alle Setzlinge das erste Jahr überleben. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre, vor allem wegen der unregelmäßigen Klimaverhältnisse (Niederschläge, Schneefrost, Dürreperioden, extreme Wetterphänomene), haben wir gelernt, uns auf eine ergänzende Pflanzung vorzubereiten, die auch Nachbesserung genannt wird. Es ist üblich, dass wir im Durchschnitt mit mindestens 30 % mehr Jungpflanzen bei der Anschaffung rechnen. In besonderen Fällen wird die Anschaffung eines höheren Prozentsatzes empfohlen. Bei dem Projekt REIN-Forest wurden, wenn es möglich war, mehr Reservepflanzen (> 30 %) angeschafft. Aufgrund der komplizierten bürokratischen Verfahrens für die Pflanzeneinfuhr und der Einzigartigkeit der von uns verwendeten Herkunft war dies nicht immer

möglich. Diese Reservepflanzen werden in der Baumschule oder einem Versuchsgarten weiter aufgezogen und nach Herkunft sortiert.

Idealerweise erfolgt die Nachbesserung mit der gleichen Altersgruppe und mit der identischen Herkunft. In besonderen Fällen, wenn die Forstpflanzen und Herkünfte nicht verfügbar sind, kann je nach dem Design und dem Versuchsziel des Versuchsanstellers eine andere Baumart und Herkunft verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Ausfälle nicht nachgebessert werden, um eventuell irreführende Informationen in der Zukunft bei den Vermessungen und Auswertungen zu vermeiden. Die Verwendung anderer Baumarten muss gut überlegt werden. Der Schwerpunkt der Versuchsflächen liegt bei heimischen Baumarten, die für den Standort geeignet sind, eine ähnliche Wachstumsdynamik aufweisen und nicht konkurrenzfähig sind. Folgende Arten kommen hier in Frage: Vogelkirsche, Hainbuche, Zitterpappel, Schwarzerle. In allen Fällen der Nachbesserung ist es wichtig, genau zu dokumentieren, welche Forstpflanzen nachgebessert wurden. So kann man bei späteren Erhebungen und Messungen gezielt nach Effekten der Nachbesserung suchen und diese bei der Auswertung berücksichtigen. Generell sollte die Nachbesserung nur im ersten Jahr nach der Versuchsanlage erfolgen, da sonst die Entwicklungsunterschiede zwischen den Versuchs- und den nachgepflanzten Forstpflanzen zu groß werden. Im REIN-Forest-Projekt ist nach einer genauen Aufnahme der Anzahl der Ausfälle die Nachbesserung aller sechs Demonstrationsflächen für den Herbst 2023 geplant.

2.3. Projektinformationstafel

Der Versuchsansteller hat sich, wie im Arbeitspaket Kommunikation vorgesehen, verpflichtet, eine großformatige Infotafel zu erstellen und aufzustellen. Diese wurden vom Versuchsansteller in Absprache mit dem Flächeneigentümer in der Nähe aller sechs Versuchsflächen gut sichtbar und öffentlichkeitswirksam aufgestellt. Diese Infotafeln erläutern die Hauptziele und den Hintergrund des Projekts, stellen das Versuchsgebiet und die gepflanzten Arten vor und enthalten Kontaktinformationen des Versuchsanstellers, der strategischen und der Projektpartner sowie das Partnerlogo.

2.4. Zugänglichkeit der Flächen bei Messungen, Probenahmen und Veranstaltungen

Der Flächeneigentümer gewährleistet dem Versuchsansteller den ungehinderten Zutritt zur Versuchsfläche und die jederzeitige Begehrbarkeit der Fläche. Der Versuchsansteller ist verpflichtet, anstehende Begehungen sowie Datenaufnahmen mit dem Flächeneigentümer abzusprechen sowie sich vor Betreten anzumelden und bei Beendigung abzumelden. Weiters verpflichtet sich der Versuchsansteller, Aufnahmen und Begehungen in Abstimmung mit dem Flächeneigentümer und deren betriebliches Interesse zu planen. Vornutzungserträge bzw. Erlöse aus der späteren Endnutzung verbleiben zur Gänze dem Flächeneigentümer. Der Versuchsansteller hat das Recht, aber auch die Pflicht, Erhebungen auf der Versuchsfläche durchzuführen. Diese Erhebungen erfolgen im Sinne des Versuchsprogramms. Dem Versuchsansteller wird gestattet, im Falle außerplanmäßiger Ereignisse (z.B. Ausfallerhebungen, letaler Schädlingsbefall, Brandschäden, Trockenschäden, ...) zusätzliche Erhebungen auf der Versuchsfläche durchzuführen. Ebenso wird eventuellen

Probenahmen (Blätter, Äste, Gewinnung von Stammscheiben und Bohrkernen) und eventuellem genetischen Monitoring und Phänologie-Untersuchungen zugestimmt. Die Kosten für versuchstechnische Arbeiten (wie z.B. die Messung von Pflanzenhöhen usw.) gehen zu Lasten des Versuchsanstellers.

3. Monitoring der Demonstrationsflächen

Beim Monitoring der Versuchsflächen und der Versuchspflanzen können unterschiedliche Aspekte und Merkmale berücksichtigt werden. In diesem Dokument empfehlen wir die in der Forstpraxis bekanntesten und gebräuchlichsten Methoden, die in der Regel die Grundlage für das Versuchsflächenmonitoring bilden.

Nach der Wiederaufforstung wurden die Versuchsflächen in die Versuchsflächendatenbank des Versuchsanstellers (oder gleichwertige) aufgenommen. Sämtliche Ergebnisse, die im Rahmen der Versuche gewonnen werden, stehen im Eigentum des Versuchsanstellers und werden von diesem wissenschaftlich bearbeitet. Das Recht, Forschungs- und Arbeitsergebnisse erstmals zu veröffentlichen, steht ausschließlich dem Versuchsansteller zu. Veröffentlichungen finden nur in Absprache mit dem Flächeneigentümer statt, welcher vorab zu informieren ist. Der Flächeneigentümer erhält auf Wunsch die Auswertung der Versuchsflächendaten. Bei etwaigen Veröffentlichungen ist darauf hinzuweisen, dass die den Ergebnissen zugrunde liegenden Arbeiten am Besitz des Flächeneigentümers geleistet wurden.

Die Intensität des Monitorings hängt von den Aufnahmemerkmale ab. Merkmale, die sich nur langfristig verändern, wie z. B. die Häufigkeit der Zwieselbildung, können entweder einmal oder bis zu einmal pro Jahrzehnt erfasst werden. Wachstumsmerkmale, wie z. B. Höhe und mit zunehmendem Alter des BHD, können in jüngeren Altersstufen der Versuche in Abständen von fünf Jahren, in älteren Altersstufen in zehn-jährigen Abständen erfasst werden. Diese Empfehlungen gelten für die nächsten fünfzehn Jahre nach Abschluss des Projekts: 31.12.2022-31.12.2037. Zu den geplanten Monitoringstätigkeiten und Messungen der Versuchsfläche gehören:

- Bewertung der Sterblichkeit ein Jahr nach der Auspflanzung
- Bewertung der Sterblichkeit und des Wachstums (2-) 3 Jahre nach der Auspflanzung
- Bewertung der Sterblichkeit und des Wachstums 5 Jahre nach der Auspflanzung
- Bewertung der Sterblichkeit und des Wachstums 10 Jahre nach der Auspflanzung
- Bewertung der Sterblichkeit und des Wachstums 15 Jahre nach der Auspflanzung

Zu den Typischen Aufnahmemerkmale gehört die Aufnahme: der Phänologie (Austrieb/Triebabschluss), der abiotischen und biotischen Schäden, Qualitätsmerkmale und Wachstumsmerkmale. Quantitative Merkmale wie das Wachstum (Größe, BHD) sollen durch Messung ermittelt werden, sofern der Aufwand vertretbar ist. Die Erhebung qualitätsrelevanter Parameter durch Messen und

Zählen ist aufwändig. Die gemessenen Daten sind jedoch genauer, objektiver und nachvollziehbarer als Daten aus Boniturerhebungen.

Im Rahmen des Projekts REIN-Forest ist geplant, die folgenden Merkmale während des Monitorings zu erfassen (Liesebach et al., 2017):

1., Überlebensfähigkeit oder Ausfälle der Setzlinge

Die Aufnahme dieser Daten ist vor allem im ersten Jahr nach der Pflanzung sehr wichtig, da diese hilft, die Nachbesserung zu planen. Bei jedem Setzling muss überprüft werden, ob er das erste Jahr oder den Zeitraum zwischen zwei Aufnahmen überlebt hat.

2., Jungdliches Wachstum, Wachstumsrate, Zuwachs

-Baumhöhe

Die Baumhöhe ist der Höhenunterschied zwischen der Spitze des Baumes und der Basis des Baumes. Sie wird mit Hilfe eines Baumhöhenmessgerätes (z.B. Vertex) erfasst.

-Durchmesser (BHD)

Die Größe des Durchmessers ist unabhängig vom Alter des Baumes. Der Durchmesser des stehenden Baumes wird in Brusthöhe (130 cm) hangoberseits gemessen. Man spricht vom Brusthöhendurchmesser (BGD). Der BHD wird mit einer Kluppe oder Maßband ermittelt.

Wachstumsrate und Zuwachs wird aus der Wachstumsdifferenz zwischen zwei Messperioden berechnet.

3., Phänologie

Folgende Merkmale können erfasst werden: Blatt-/Nadel-Austrieb, Triebabschluss

4., Vitalität

Der Zustand der Pflanzen (z.B. Insektenbefall, Pilzbefall, Frostschaden, Trockenschaden) wird beobachtet und aufgenommen.

5., Bonitur (Bonitierung)

Die Bonitur ist eine professionelle, qualitative Bewertung und Beurteilung von Versuchsbäumen nach phänotypischen Merkmalen. Die Bonitierung erfolgt durch Beobachtung des zu erfassenden Merkmals mit Hilfe einer Skala, in der der Bonitierung ein bestimmter Zahlenwert/Stufe zugeordnet wird. Jeder Bewertung liegt eine Skala zugrunde. Vor der Durchführung von Bonituren jeglicher Art empfiehlt es sich aus Gründen der Vergleichbarkeit herauszufinden, ob es bereits eine geeignete Boniturskala für das betreffende Merkmal gibt, die dann unverändert übernommen werden sollte. Bei der Bonitur können als qualitative Merkmale z.B. Stammform, Zwiesel-/Steilastbildung, Aststärke und Anzahl der Äste aufgenommen werden.

6. Genetisches Monitoring

Die genetische Vielfalt ist ein wesentliches Element der Adaptierung an den Klimawandel. Das genetische Monitoring konzentriert sich auf die Verfolgung zeitlicher Veränderungen in der genetischen Variation und Struktur von Baumpopulationen und ist die einzige Möglichkeit zu überprüfen, wie gut die genetische Vielfalt im Laufe der Zeit erhalten bleibt und wie diese Vielfalt durch den Klimawandel und die Managementpraktiken beeinflusst wird. Im Allgemeinen ist das Ziel des genetischen Monitorings:

- den aktuellen Status der genetischen Ressourcen zu bewerten und relevante Veränderungen im Hinblick auf die Erhaltung des langfristigen adaptiven evolutionären Potenzials einer Art zu quantifizieren (Aravanopoulos, 2011);
- einen praktischen Rahmen für die Identifizierung adaptiver evolutionärer Reaktionen auf Umweltveränderungen zu schaffen (Hansen et al., 2012);
- die Dynamik des Übergangs vom gegenwärtigen zum zukünftigen genetischen Status eines Waldbestands zu beobachten (Konnert et al., 2011).

Neben der Verfolgung des aktuellen Zustands von Populationen hat das genetische Monitoring auch prädiktive Funktionen. Durch die Beobachtung zeitlicher Veränderungen in der genetischen und/oder demografischen Beschaffenheit der Populationen können kausale Komponenten abgeleitet und ihre Bedeutung bewertet werden. Ein solcher Früherkennungsmechanismus würde die Chancen erhöhen, Managemententscheidungen zu treffen, die potenziell schädliche Auswirkungen abmildern könnten, bevor irreversible Schäden auftreten.

Die unterstützte Wanderung (Eng.: *Assisted migration*), d. h. die absichtliche und geplante Verlagerung von Populationen als Reaktion auf beobachtete oder erwartete Klimaänderungen, ist ein wertvolles Instrument zur Anpassung an den Klimawandel. Wie in früheren Projektdokumenten dargelegt und erläutert wurde, können heimische Populationen, die an ihre derzeitige Umwelt adaptiert sind, bei Klimaveränderungen in eine Fehlanpassung geraten. Mit Hilfe der unterstützten Migration können adaptierte Populationen sichergestellt werden, indem den Beschränkungen der Migration von Baumarten entgegengewirkt wird, d. h. den langen Generationszyklen und der begrenzten Ausbreitungsfähigkeit. Die unterstützte Wanderung hat das Potenzial, die Widerstandsfähigkeit gegenüber Veränderungen zu fördern, und zwar nicht nur durch das tatsächlich übertragene Pflanzenmaterial, sondern auch durch seinen künftigen Beitrag zum Genfluss zu und von lokalen Populationen.

Die im Rahmen des REIN-Forest-Projekts eingerichteten Demonstrationsflächen bieten eine hervorragende Gelegenheit, die genetischen Folgen des Transfers von Vermehrungsgut zu bewerten. Das genetische Monitoring an diesen Standorten kann zur Validierung und künftigen Optimierung von Programmen zum Transfer von Vermehrungsgut beitragen.

Durch die Durchführung des genetischen Monitorings auf den Demonstrationsflächen:

- können wir die Veränderungen in der genetischen Struktur von Populationen unterschiedlicher Herkunft vergleichen,
- können wir den Beitrag und die Rolle der umgesiedelten, voradaptierten Populationen zum lokalen Genfluss bewerten,
- durch die Überwachung der Selektionsprozesse können wir Daten für die Optimierung des ökologischen und/oder geografischen Umfangs des Transfers von Vermehrungsgut gewinnen.

Aufgrund der Langlebigkeit und des langen Generationszyklus der Waldbäume, insbesondere der beiden Zielarten des Projekts, ist der oben erwähnte Zeitrahmen von 15 Jahren sehr restriktiv. Diese kurze Zeitspanne reicht nur aus, um die Grundlagen des Systems zu schaffen, d. h. die Probeflächen auszuwählen, die Ausgangsdaten zu ermitteln, die Stichprobengröße von 250-300 Bäumen im Jahr 5 festzulegen und mit den ersten demografischen Beobachtungen zu beginnen.

Die genetische Monitoringfläche ist eine abgegrenzte Fläche innerhalb der Demonstrationsfläche, auf der Monitoringbeobachtungen und Probenahmen durchgeführt werden. Die Größe der Parzelle richtet sich nach der erforderlichen Mindestanzahl Anzahl von Bäumen bestimmt.

3.1. Zusammenfassung zum Monitoringsplan

Die folgende Tabelle (Tabelle 3) zeigt den optimalen Monitoringsplan für die nächsten fünfzehn Jahren nach der Nachbesserung für alle sechs Demonstrationsflächen des Projekts REIN-Forest.

Tabelle 3. Der optimale Monitoringsplan für den gesamten Zeitraum (2022-2037).

	Jährlich	Gelegentlich / einmalig	1. Jahr	(2.-) 3. Jahr	5. Jahr	10. Jahr	15. Jahr	zu einem späteren Zeitpunkt
Überlebensfähigkeit oder Ausfälle der Sämlinge			X	X	X	X	X	(X)
Jugendliches Wachstum, Wachstumsrate, Zuwachs			(X)	X	X	X	X	
Phänologie		X						
Vitalität	(X)		X	X	X	X	X	(X)
Bonituren				X	X	X	X	
Genetisches Monitoring								(X)

4. Quellen und relevante Literatur

Aravanopoulos, F.A., Tollefsrud, M.M., Graudal, L., Koskela, J., Kätzel, R., Soto, A., Nagy, L., Pilipović, A., Zhelev, P., Božić, G. and Bozzano, M. (2015). Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. xvi+55 p..

Börner M, Guericke M, Leder B, Nutto L, Stähr F, Weinreich A, (2003) Erhebung qualitätsrelevanter Parameter am Einzelbaum – Aufnahmestandards für junge und mittelalte Laubhölzer als Grundlage für wissenschaftliche Untersuchungen. Forstarchiv 74: 275-282.

Ducousso, A. and S. Bordacs. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). International Plant Genetic Resources, Institute, Rome, Italy. 6 pages.

Hansen, M.M., Olivieri, I., Waller, D.M., Nielsen, E.E. and GeM Working group. 2012. Monitoring adaptive genetic responses to environmental change. *Molecular Ecology*, 21: 1311-1329.

Konnert, M., Maurer, W., Degen, B. & Kätzel, R. 2011. Genetic monitoring in forests - early warning <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=571>. Accessed 2015-07-27.

Liesebach M, Ahrenhövel W, Janßen A, Karopka M, Rau HM, Rose B, Schirmer R, Schneck D, Schneck V, Steiner W, Schüler S, Wolf H (2017) Planung, Anlage und Betreuung von Versuchsflächen der Forstpflanzenzüchtung: Handbuch für die Versuchsanstellung. Johann Heinrich von Thünen-Institut .

Nagel J, Spellmann H, Pretzsch H. (2012) Zum Informationspotenzial langfristiger forstlicher Versuchsflächen und periodischer Waldinventuren für die waldwachstumskundliche Forschung. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*. 183 Jg.. 111-116.

Pretzsch H, Biber P, Schütze G, Uhl E, Rötzer Th. (2014) Veränderte Dynamik von süddeutschen Waldbeständen seit 1870, In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2014) Das forstliche Versuchswesen in Bayern, LWF Wissen 76: 72-87.

Varela MC & Gil L (2013) Technical guidelines for genetic conservation and use, EUFORGEN, 2008.

Wuehlisch G (2008) EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European beech (*Fagus sylvatica*) Biodiversity International. Rome. Italy. 1-6.