



LIFE13 ENV/SI/000148

SEPARATDRUCK

Leitfaden für das genetische Monitoring der

Stieleiche **(*Quercus robur* L.)** **und** **Traubeneiche** **(*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)**



Separatdruck aus dem

Handbuch zum Forstgenetischen Monitoring



Studia Forestalia Slovenica, 172

ISSN 0353-6025

ISBN 978-961-6993-68-5 (PDF)

Herausgeber: Slowenisches Forstinstitut, Verlag Silva Slovenica, Ljubljana 2020

Titel: Handbuch zum forstgenetischen Monitoring

Editoren/Editorinnen: Marko Bajc, Filippas A. Aravanopoulos, Marjana Westergren, Barbara Fussi,
Darius Kavaliauskas, Paraskevi Alizoti, Fotios Kiourtsis, Hojka Kraigher

Technische Editoren: Peter Železnik, Katja Kavčič Sonnenschein

Übersetzung: Ulrike Hagemann, Johanna von Versen (WALDKONZEPTE PartG)

Gestaltung: Boris Jurca, NEBIA, Slowenien

Ausgabe: elektronische Ausgabe

Preis: Kostenlos

Elektronische Ausgabe: <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.172>

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

ISBN 978-961-6993-68-5 (PDF)
COBISS.SI-ID 61212163

Leitfaden für das genetische Monitoring der

9.2.7 **Stieleiche** **(*Quercus robur* L.)** **und** **Traubeneiche** **(*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)**

Kristina SEVER¹, Andrej BREZNIKAR¹, Marko BAJC², Phil ARAVANOPOULOS³,
 Rok DAMJANIĆ², Barbara FUSSI⁴, Darius KAVALIAUSKAS⁴,
 Marjana WESTERGREN², Hojka KRAIGHER²

Botanische Illustrationen von Eva MARGON



Zitat: Sever *et al.* (2020) Leitfaden für das genetische Monitoring der Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). In: Bajc *et al.* (Ed.) Handbuch zum Forstgenetischen Monitoring. Slowenisches Forstinstitut: Verlag Silva Slovenica, Ljubljana, S. 289-309. <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.176>

Institut:

- ¹. Slowenische Staatsforsten (ZGS), Slowenien
- ². Slowenisches Forstinstitut (SFI), Slowenien
- ³. Aristoteles Universität von Thessaloniki (AUTH), Griechenland
- ⁴. Bayerisches Amt für Waldgenetik (AWG), Deutschland

1 ZUSAMMENFASSUNG

Unter den 13 europäischen Weißeichenarten sind die Stiel- (*Quercus robur* L.) und die Traubeneiche (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) die wirtschaftlich und ökologisch wichtigsten europäischen Laubbaumarten. Beide Eichenarten sind in Europa weit verbreitet: von Nordspanien bis Südsandinavien und von Irland bis Osteuropa. Außerdem sind beide eng miteinander verwandt. Sie können sich untereinander und mit anderen Eichen mischen, konkurrieren und natürlich hybridisieren [2, 3, 5, 8].

Eichen gehören zu den vielfältigsten Waldbaumarten. Die hohe Diversität ist höchstwahrscheinlich auf die Aufrechterhaltung großer Populationen, die Überlappung ökologischer Nischen, den Genfluss über große Entfernungen und die Interfertilität zurückzuführen. Der Einfluss des Menschen auf Eichenpopulationen ist sehr groß. Die meisten Eichenwälder werden bewirtschaftet, während Urwälder wie Bialowieza in Polen und Weißrussland sehr selten sind. Die genetischen Ressourcen der Eiche sind durch den Verlust natürlicher Ökosysteme, limitierter Saatguterntebestände und durch die Auswirkungen der jahrzehntelangen Luftverschmutzung und durch langfristige Klimaveränderungen gefährdet [3].

Dieser Leitfaden beschreibt die Stiel- und Traubeneiche sowie ihre Reproduktion, Ökologie, Bedeutung und Gefährdung. Er enthält außerdem eine Anleitung zur Einrichtung genetischer Monitoringflächen und zur Erfassung aller vor Ort im Bestand zu erhebenden Verifikatoren.

2 BESCHREIBUNG DER BAUMART

Die Stieleiche (*Quercus robur*) und die Traubeneiche (*Q. petraea*) sind große Laubbäume, die Baumhöhen von 30–40 m erreichen und bis zu 800 Jahre oder mehr alt werden können. Beide Baumarten, wie auch andere Eichen, sind morphologisch sehr variabel und können auf natürliche Weise hybridisieren. Dadurch entstehen Individuen, die intermediäre Merkmale aufweisen oder bei denen ein Merkmal vorherrscht, so dass es schwierig sein kann, sie allein durch Beobachtungen eindeutig zu charakterisieren [1, 2, 3, 5].

Die Stiel- und Traubeneiche haben ein ausgedehntes und großflächig überlappendes Verbreitungsgebiet über fast ganz Europa. Ihre natürliche Verbreitung erstreckt sich im Westen von Irland und den nordwestlichen Teilen der Pyrenäenhalbinsel bis nach Osteuropa; im Norden bis zu den südlichen Teilen Skandinaviens. Die südlichen Verbreitungsgrenzen hingegen sind schwieriger zu definieren, da sich diese Eichen mit anderen mediterranen Eichenarten, wie z. B. *Quercus pubescens* Willd. und *Quercus frainetto* Ten., mischen, konkurrieren und natürlich hybridisieren können, wenn auch in relativ geringem Umfang [3, 5]. Im Osten hat die Stieleiche ein größeres Verbreitungsgebiet, das bis zum Ural reicht, während das der Traubeneiche bis in die Ukraine reicht.

Stiel- und Traubeneiche sind hauptsächlich anhand von Blatt-, Frucht- und Stammmerkmalen zu unterscheiden.

Der Hauptstamm von *Q. robur* neigt dazu, sich in der Krone „aufzulösen“ und unregelmäßige Äste mit gewundenen Zweigen zu entwickeln (Abbildung 1), während *Q. petraea* gewöhnlich einen Hauptstamm mit allmählich kleiner werdenden Ästen entwickelt (Abbildung 2) [1, 2, 3, 5]. Die Rinde beider Arten ist grau, zerklüftet und bildet rechteckige, längliche Blöcke, die bei *Q. robur* etwas dicker sind, während die von *Q. petraea* oft abblättern.

Die Blätter sind einfach, verkehrt-eiförmig, länglich und unregelmäßig tief gelappt, mit einem kurzen Stiel (2–7 mm) bei *Q. robur* und einem langen Stiel (13–25 mm) bei *Q. petraea* (Abb. 3) [1, 2, 3, 5].

Die Eicheln hängen oft paarweise in schuppigen Bechern an den Enden langer Stiele (*Q. robur*) oder sitzen an kurzen Stielen bzw. direkt am Zweig (*Q. petraea*). Die Eicheln sind generell sehr variabel in Größe und Form, aber die von *Q. robur* sind normalerweise kleiner und rundlich mit olivgrünen Längsstreifen, die im frischen Zustand gut sichtbar sind [1, 2, 3, 5].

Es kann manchmal schwierig sein, die beiden Arten nur durch visuelle Beobachtungen zu differenzieren, so dass molekulare Methoden das zuverlässigste Werkzeug zur Artbestimmung sind. Vor Ort im Bestand sind Blätter und Eicheln die wichtigsten Merkmale zur Bestimmung der Art und zur Definition des Hybridisierungsgrades zwischen



Abbildung 1: Habitus der Stieleiche (*Quercus robur*) im Sommer und Winter.



Abbildung 2: Habitus der Traubeneiche (*Quercus petraea*) im Sommer und Winter.

Stiel- und Traubeneiche in Mischpopulationen. Das Hauptkriterium für die taxonomische Bestimmung von Stiel- und Traubeneichen-Hybriden ist der Intermediärwert mehrerer morphologischer Merkmale unter Berücksichtigung der für jede Art typischen Werte. Die beste Grundlage für die Unterscheidung bieten die Länge des Blattstiels (Traubeneiche – lang, Stieleiche – kurz), die Stiellänge der Eichel (Traubeneiche – kurz, Stieleiche – lang), die Lappung der Blätter (Traubeneiche – nicht tief, Stieleiche – eher tiefer), das Vorhandensein von Blattnerven in den Blatteinbuchtungen (Traubeneiche – nicht vorhanden, Stieleiche – sehr häufig), die Form der Blattbasis (Traubeneiche – klinale oder nicht ausgeprägte Lappen, Stieleiche – sehr ausgeprägte Lappen), sowie Blattbehaarung (Traubeneiche – flach anliegende, sternförmige Haare auf der Blattunterseite, Stieleiche – ohne Haare) [1, 2, 3, 5].

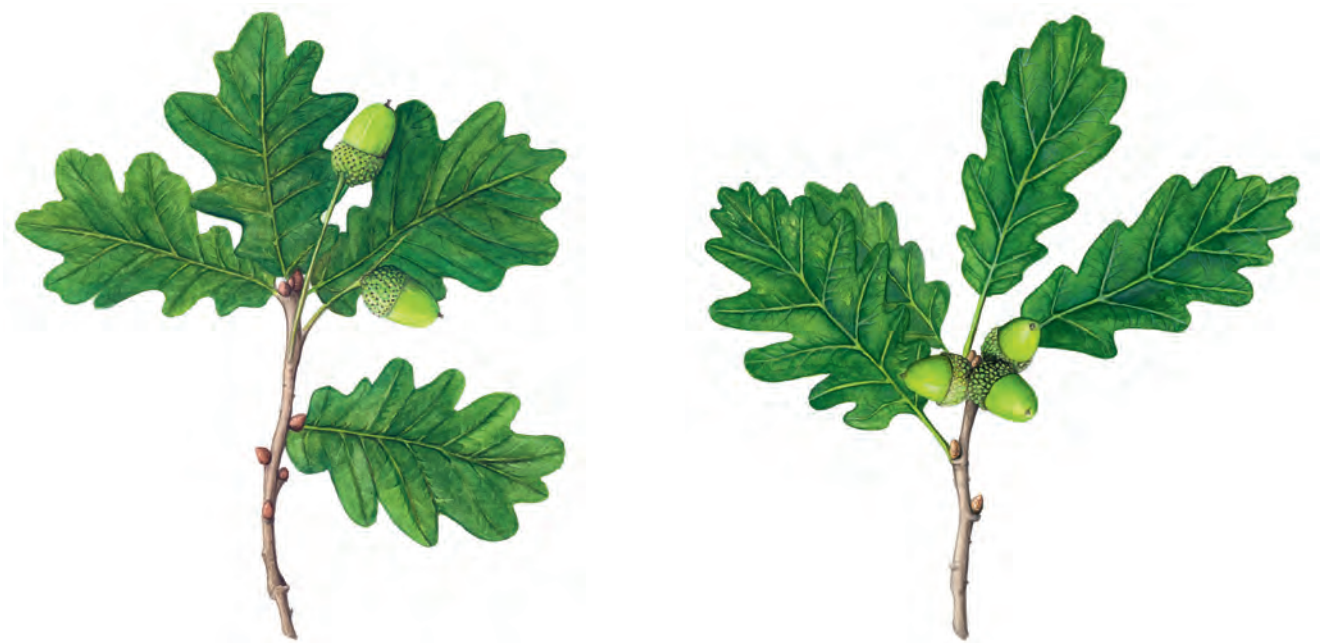


Abbildung 3: Blätter und Früchte der Stiel- (*Quercus robur*) (links) und Traubeneiche (*Q. petraea*) (rechts)

3 REPRODUKTION

Die beiden Eichenarten sind einhäusig, werden vom Wind bestäubt, und haben unterschiedliche männliche und weibliche Blüten, die auf zwei Arten von Blütenständen getragen werden [1, 2, 3, 5].

Die männlichen Blüten sind in Kätzchen gruppiert, die etwa 5 cm lang sind; sie entwickeln sich entweder in den Achseln der inneren Knospenschuppen oder der ersten Blätter. Beide Arten blühen im späten Frühjahr (Ende April und Mai), zusammen mit dem Blattaustrieb (*Q. robur* zwei Wochen vor *Q. petraea*). Bei geeigneten Witterungsbedingungen ist das Wachstum der Kätzchen ca. 1–2 Wochen nach Öffnung der Knospen abgeschlossen und die Bestäubung erfolgt in 2–4 Tagen [1, 2, 3, 5, 6].

Die weiblichen Blüten erscheinen an den Terminaltrieben, kurz nach dem Erscheinen der ersten Blätter (und der männlichen Kätzchen). Sie sind kugelförmig und nur 1 mm groß, d.h. sehr unauffällig und schwer zu sehen. Wenn die weiblichen Blüten empfänglich sind, werden sie klebrig und rötlich. Bei *Q. robur* erscheinen sie einzeln oder in kleinen Gruppen an langen Stielen, während sie bei *Q. petraea* in Gruppen von 2–5 am Zweig sitzen [1, 2, 3, 5, 6].

Die Allogamie wird durch verschiedene Mechanismen unterstützt, wie z. B. durch eine unterschiedliche Blütezeit der männlichen und weiblichen Blüten eines Individuums, physiologische Vorteile von Fremdpollen, es blühen und fruktifizieren nicht jedes Jahr dieselben Bäume im Bestand, usw. [3, 6].

Nach der Befruchtung reifen die Eicheln innerhalb von ca. 3 Monaten und fallen dann vom Baum. Die Eicheln von *Q. robur* reifen Ende September oder Anfang Oktober, etwas früher als die im Oktober reifenden Eicheln von *Q. petraea* [1, 2, 3, 5]. Die Bäume beginnen in der Regel im Alter von 40 bis 100 Jahren zu fruktifizieren, in Niederwaldbeständen bereits mit etwa 20 Jahren. Mastjahre treten in der Regel alle 5 bis 7 Jahre auf und variieren je nach Individuum, Bestand, Region, Jahr und Baumdichte (eine geringe Dichte begünstigt eine frühere Fortpflanzungsfähigkeit) [3].

Die Vermehrung der Eiche erfolgt hauptsächlich durch Samen. Säugetiere und Vögel sind besonders wichtig für die Verbreitung der Samen. Dabei ist insbesondere der Eichelhäher (*Garrulus glandarius* L.) zu nennen, der als primärer Ausbreitungsvektor angesehen wird, da er die Eicheln bis zu 5 km weit verbringen kann. Bei jungen

Eichen kann die Befähigung zum Stockausschlag bei fehlender Samenproduktion eine Möglichkeit zum Erhalt von Populationen sein, wenngleich diese Fähigkeit mit zunehmendem Baumalter abnimmt. Im Gegensatz zur Ausbreitung von Pollen und Eicheln ist die vegetative Vermehrung keine wichtige Genfluss-Komponente, kann jedoch an der Erhaltung der genetischen Variabilität innerhalb einer Population beteiligt sein [2, 3, 4, 5, 6].

4 UMWELT

An vielen Standorten bilden *Q. robur* und *Q. petraea* gemeinsam den Hauptbestandteil von Laubmischwäldern der gemäßigten Zone, und beide weisen mehrere identische Eigenschaften auf. Die zwei Eichenarten sind wüchsige Baumarten mit einer großen ökologischen Amplitude, obwohl sie nährstoffreiche und feuchte Böden bevorzugen. Sie sind in der Lage, Wälder in niedrigen bis mittleren Höhenlagen in Anzahl und Größe zu dominieren. Beide Arten weisen Eigenschaften von Pionierarten auf; sie werden kaum durch Spätfrost beeinträchtigt und haben eine gute Stockausschlagsfähigkeit, so dass sie mit Niederwaldbewirtschaftung und einer Kappung des Haupttriebs gut umgehen können. Ihre tiefreichenden Pfahlwurzeln (bei *Q. petraea* stärker entwickelt) geben ihnen im Hinblick auf Windwurf eine hohe strukturelle Stabilität und ermöglichen ihnen durch den Zugang zu tiefer liegendem Boden- bzw. Grundwasser das Überstehen moderater Dürreperioden.

Unter Bedingungen, die weit von ihrem Optimum entfernt sind, zeigen die beiden Eichenarten jedoch ökologische Unterschiede. *Q. robur* wächst tendenziell auf schwereren Böden in kontinentalen Klimazonen, in feuchten Niederungen und Auen entlang von Bächen und Flüssen und toleriert periodische Überschwemmungen. *Q. petraea* hingegen ist gegenüber Trockenheit und schlechten Böden toleranter als die Stieleiche, aber empfindlicher gegenüber schweren Böden. Sie wächst bevorzugt in atlantischem Klima auf leichten und gut durchlässigen, oft felsigen Böden, oft an Hängen und auf Hügeln, und bevorzugt eher saure Böden.

Beide Arten sind lichtbedürftig (*Q. robur* mehr als *Q. petraea*), und ihr Kronendach lässt viel Licht in den Unterstand, was die Verjüngung vieler Baumarten begünstigt und förderlich für die Biodiversität ist. Beide Eichenarten bilden unter natürlichen Bedingungen nur selten Reinbestände. Auf Ebenen, Hochebenen und Hügeln ist die Stieleiche eine Pionierbaumart; die Traubeneiche eher eine Art der späten Sukzession. In Klimaten mit trockenen Sommern kann die Traubeneiche die Schlusswaldgesellschaft bilden. In Tälern und Auen ist die Stieleiche eine Art der späten Sukzession, die zusammen mit Bergahorn, Platane, Ahorn, Esche und Ulme die Schlusswaldgesellschaft bildet [2, 3, 5].

5 GEFÄHRDUNG

Eichenpopulationen sind aufgrund des Klimawandels und der Fragmentierung ihrer Lebensräume (vor allem *Q. robur* im Tiefland), Veränderungen des Grundwasserregimes und der Übernutzung von Altbäumen gefährdet [2].

Eine große Bedrohung für die genetische Vielfalt der Eiche ist die Einführung exotischer Genotypen durch künstlich begründete Bestände. Besonders stark vom Verschwinden bedroht sind Populationen, die extremere Lebensräume besetzen, da die Anzahl ihrer Individuen gering ist, die Habitate instabil sind und der menschliche Einfluss oft erheblich ist [3].

Aufgrund des unausgewogenen Verhältnisses der Entwicklungsphasen, einem überhöhten Wildbestand oder Veränderungen des Grundwasserregimes kann die Naturverjüngung von Eichen stark limitiert sein. Oft sterben die Sämlinge innerhalb weniger Jahre nach der Keimung ab [1, 2].

Auch Schädlinge und Krankheitserreger stellen eine ernsthafte Bedrohung dar. Der Eichenmehltau (*Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam) ist Berichten zufolge der häufigste Schaderreger an Eichen. Das Eichensterben ist ein neues, komplexes Krankheitsbild, das hauptsächlich an Stiel- und Traubeneichen auftritt und durch eine Kronenverlichtung, dunkle, nässende Wunden („Schleimfluss“) am Stamm, und meist mit einem Befall durch den Zweipunktigen Eichenprachtkäfer *Agrilus biguttatus* Fabricius einhergeht [3].

Nach dem ersten Blattaustrieb kommt es häufig zu einer teilweisen oder vollständigen Entlaubung durch Raupen verschiedener Schmetterlingsarten, z. B. *Tortrix viridana* L., *Lymantria dispar* L., *Operophtera brumata* L. und *Thaumetopoea processionea* L.. Auch Knopperngallwespen (*Andricus quercuscalicis* Burgsdorf) können Schäden an Eichenkulturen verursachen [3].

6 EINRICHTUNG UND INSTANDHALTUNG VON MONITORINGFLÄCHEN

Da Eichen mit vielen Waldbaumarten des Tieflandes fast reine oder gemischte Bestände bilden, sollte wie bei anderen bestandsbildenden Arten eine reguläre forstgenetische Monitoringfläche mit 50 fortpflanzungsfähigen Altbäumen eingerichtet werden. Dabei handelt es sich um herrschende oder mitherrschende Bäume, die phänotypisch geeignet scheinen, einen Abstand von mindestens 30 m zueinander aufweisen und zu nachfolgenden Generationen beitragen werden. Ein Baum gilt als fortpflanzungsfähig, wenn er blüht.

Die beste Zeit für die Einrichtung einer FGM-Fläche und die Auswahl der Beobachtungsbäume ist das Frühjahr, wenn die fortpflanzungsfähigen Bäume blühen und für die Artbestimmung (Hybridisierung) Blätter und Eicheln vom Boden gesammelt werden können. Der BHD und die soziale Stellung eines Baumes können als Anhaltspunkte für die Identifizierung fortpflanzungsfähiger Bäume verwendet werden, wenn die Monitoringfläche außerhalb der Blütezeit eingerichtet wird. Dabei sollte auf das Fachwissen der zuständigen FörsterInnen zurückgegriffen werden. Bei der Neueinrichtung einer Monitoringfläche sollten alle Bäume gekennzeichnet und ihre Koordinaten erfasst werden. Gleichzeitig können die jeweiligen BHD gemessen und Proben für die DNA-Extraktion gesammelt werden.

Aufgrund der natürlichen Hybridisierung zwischen Eichenarten ist es ratsam, morphometrische Analysen von Falllaub und Eicheln durchzuführen, um die jeweiligen Arten und die Populationstaxonomie eines Bestandes zu bestimmen, bevor eine forstgenetische Monitoringfläche eingerichtet wird. Die Hauptkriterien für die taxonomische Bestimmung von Eichenhybriden sind in der Artenbeschreibung erläutert.

Erforderliche Ausrüstung:

- ein Gerät zur Entfernungsmessung (empfehlenswert ist ein Fernglas mit Entfernungsmesser)
- ein Kompass
- Farbe und Pinsel oder Farbspray zum dauerhaften Kennzeichnen der Bäume
- eine Kluppe für BHD-Messungen und
- ein ausreichend präzises GPS-Gerät, welches das Speichern von Baumkoordinaten ermöglicht

6.1 Einrichtung der Monitoringfläche

6.1.1 Auswahl des Mittelpunkts

Das allgemeine Verfahren für eine Zufallsauswahl der Monitoringfläche besteht aus den folgenden Schritten (Abbildung 4a):

- zufällige Auswahl eines Punktes (grüner Punkt) entlang einer an der Bestandesgrenze verlaufenden Forststraße oder eines Waldweges auf einer Karte;
- Einzeichnen einer annähernd senkrecht zur Straße verlaufenden Linie an diesem zufällig entlang der Straße ausgewählten Punkt;
- zufällige Auswahl eines Punktes auf der Linie (roter Punkt) – dieser Punkt stellt den Mittelpunkt der forstgenetischen Monitoringfläche dar.

Der Mindestabstand zwischen dem ausgewählten Mittelpunkt und der Bestandesgrenze beträgt ca. 150 m. Wenn der ausgewählte Mittelpunkt diese Anforderung nicht erfüllt, muss nach dem oben beschriebenen Verfahren ein neuer Punkt ausgewählt werden.

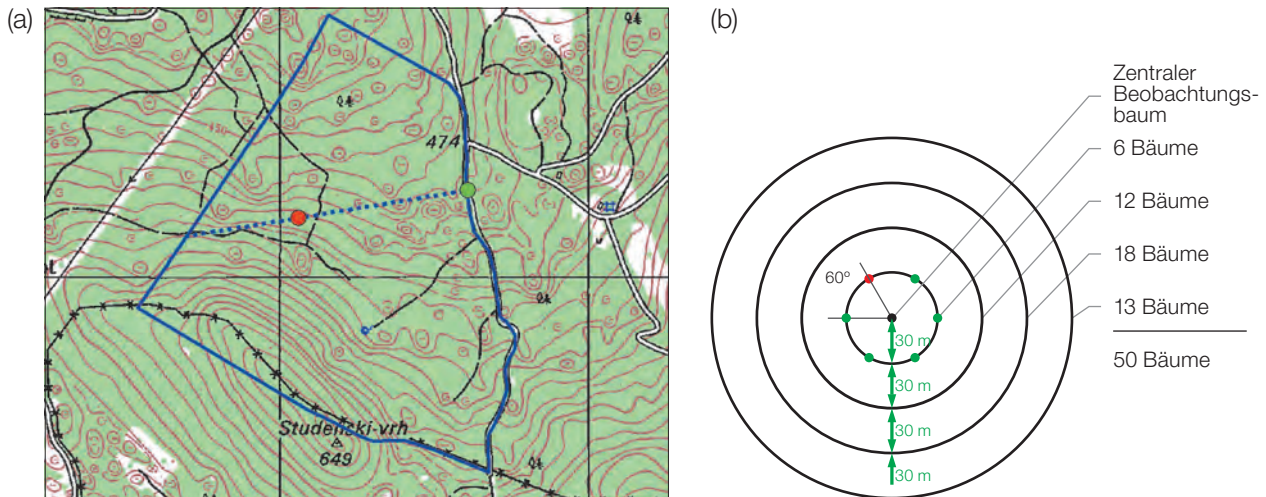


Abbildung 4: Zufällige Auswahl des Mittelpunkts der forstgenetischen Monitoringfläche (a); Auswahl von Bäumen in konzentrischen Kreisen mit einem zunehmenden Radius von 30 m um den zuvor ausgewählten zentralen Beobachtungsbaum (b).

Anstelle des oben beschriebenen Verfahrens können auch entsprechende Werkzeuge zur Erstellung von Zufallspunkten in GIS-Software verwendet werden.

Für die Nutzung im Gelände sollten die Koordinaten des ausgewählten Punktes in einem GPS-Gerät gespeichert werden.

6.1.2 Einrichtung der Monitoringfläche

Vor Ort im Bestand wird ein zentraler Beobachtungsbaum der Monitoringfläche bestimmt und mit der Nummer 1 gekennzeichnet. Dieser Baum entspricht dem der gespeicherten GPS-Koordinate am nächsten stehenden, fortpflanzungsfähigen Baum.

In konzentrischen Kreisen mit einem zunehmenden Radius von 30 m um den zentralen Beobachtungsbaum werden weitere Altbäume ausgewählt (Abbildung 4b). Der erste Baum in jedem Kreis sollte nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden, was auf verschiedene Weise geschehen kann: durch Verwendung eines zufälligen Azimuts, der vom zentralen Beobachtungsbaum aus eingemessen wird (Tabelle 1), durch Folgen der Richtung des Sekundenzeigers auf einer analogen Uhr oder durch eine andere Vorgehensweise, die eine objektive Auswahl ermöglicht. Die verbleibenden Bäume in jedem Kreis werden mit einem entsprechend größeren Azimut ausgewählt, um einen Mindestabstand von 30 m zwischen je zwei beliebigen Bäumen zu gewährleisten:

- +60° im ersten Kreis
- +30° im zweiten Kreis
- +20° im dritten Kreis
- +15° im vierten Kreis

Sollte es nicht möglich sein, 6, 12 bzw. 18 Bäume in den inneren 3 Kreisen zu finden (Abbildung 4b), werden im äußersten Kreis zusätzliche Bäume ausgewählt.

Tabelle 1: Zufällig generierte Azimute, die für die Auswahl des ersten Baumes in jedem Kreis verwendet werden können.

108	15	186	35	178	29	305	351	44	150
232	23	160	141	112	292	216	83	245	214
63	65	345	234	95	78	279	323	40	236
201	313	275	144	182	68	268	289	185	92
356	177	93	1	145	198	287	251	224	142

6.1.3 Kennzeichnung der Bäume

Jeder ausgewählte Beobachtungsbaum muss mit einer entsprechenden Nummer und idealerweise mit einem um den Stamm herum laufenden Streifen gekennzeichnet werden, um die Sichtbarkeit der Bäume aus allen Richtungen zu erhöhen. Markieren Sie den zentralen Beobachtungsbaum (Nummer 1) mit zwei oder mehr Streifen, um ihn von anderen Bäumen zu unterscheiden (Abbildung 5a). Es wird empfohlen, die Baumnummer stets auf der vom zentralen Beobachtungsbaum abgewandten Seite der Bäume anzubringen, da dies die Lokalisierung des zentralen Beobachtungsbaums v.a. von den äußeren Kreisen der Monitoringfläche aus erleichtert (Abbildung 5b).

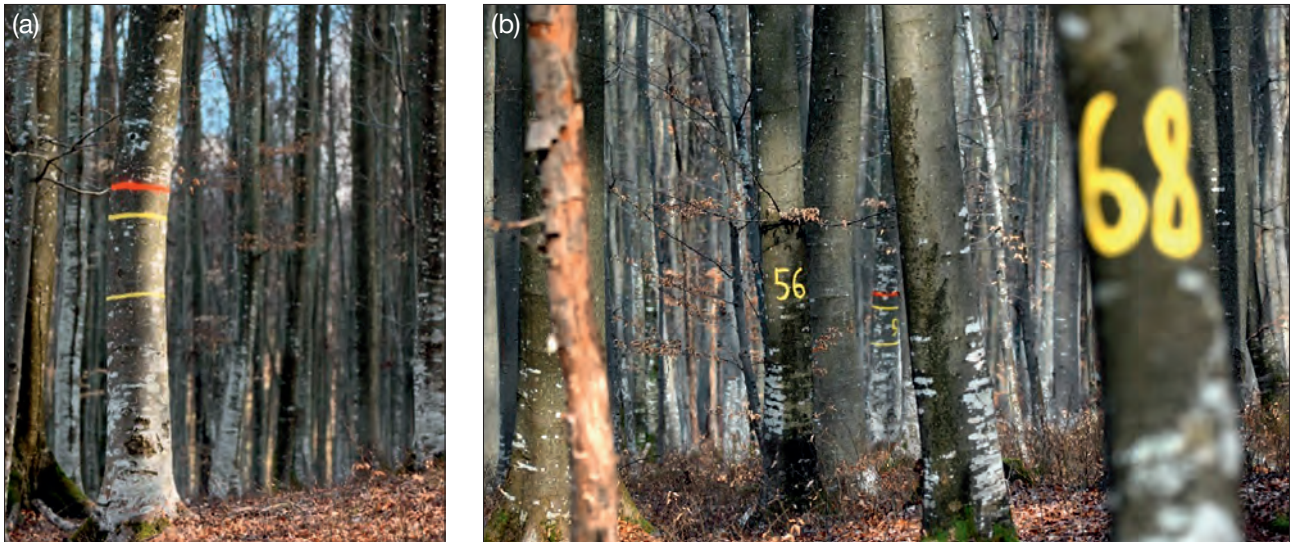


Abbildung 5: a) Der zentrale Beobachtungsbaum der forstgenetischen Monitoringfläche ist mit mehreren Streifen markiert, um ihn von anderen Bäumen zu unterscheiden; b) die Nummerierung der ausgewählten Bäume erfolgt auf der vom zentralen Beobachtungsbaum abgewandten Seite (die Fotos zeigen beispielhaft die Kennzeichnung einer Buchen-FGM-Fläche).

6.2 Einrichtung von Naturverjüngungs-Plots

Die Einrichtung von Plots für das Monitoring der Naturverjüngung (NV) sollte während der Keimungsperiode nach einem Halb- oder Vollmastjahr erfolgen.

Bereiche mit aufgelaufener Naturverjüngung aus dem letzten Mastjahr (sogenannte Verjüngungskuster) sollten vor Ort vermessen und ihre Position erfasst werden (GPS-Koordinaten, Nummer des Beobachtungsbaumes neben dem Verjüngungskuster). Von allen erfassten Verjüngungskustern sollten nach dem Zufallsprinzip 20 für die Einrichtung von NV-Plots ausgewählt werden. Wenn 20 oder weniger natürliche Verjüngungskuster vorhanden sind, sollten alle verwendet werden.

Innerhalb jedes ausgewählten Verjüngungskusters ist ein 1 m² großer Plot einzurichten und mit Metallstäben zu markieren. Die Metallstäbe sollten an jeder Ecke der Teilfläche so tief wie möglich in den Boden getrieben werden, damit sie nicht von Tieren entfernt werden können. Die oberen Spitzen der Metallstäbe sollten farbig markiert werden, um ihre Sichtbarkeit zu verbessern.

6.3 Instandhaltung der Monitoringfläche

6.3.1 Allgemeine Instandhaltung

Die Kennzeichnung der Bäume und NV-Plots muss periodisch (alle 2 Jahre) überprüft und bei Bedarf erneuert werden.

6.3.2 Ersatz von Bäumen

Wenn ein ausgewählter Beobachtungsbaum stirbt oder im Zuge der forstlichen Bewirtschaftung gefällt wird, muss er ersetzt werden. Dabei sollte der dem abgestorbenen/gefallten Baum nächstgelegene geeignete Baum ausgewählt werden, wobei der Mindestabstand von 30 m zum nächsten Beobachtungsbaum erfüllt sein muss. Andernfalls ist ein Baum aus der Peripherie (vorzugsweise im äußeren Kreis) der Monitoringfläche zu wählen. Der Ersatzbaum wird mit der nächsten verfügbaren Zahl über 50 gekennzeichnet, d.h. 51, 52, 53, usw., um ihn eindeutig von den ursprünglich 50 ausgewählten Beobachtungsbäumen zu unterscheiden.

Wenn die Baumkrone z.B. durch Wind-, Eis- oder Schneebruch geschädigt ist, der Baum aber weiterhin fruktifiziert, wird der Baum im Monitoringprogramm belassen. Ist der Schaden zu schwerwiegend und eine Fruktifikation nicht mehr zu erwarten, muss der Baum ersetzt werden. Die Schadensursache ist zu erfassen, da der Schaden Auswirkungen auf die erfassten Werte der Verifikatoren und Hintergrundinformationen haben kann.

7 ERFASSUNG VON VERIFIKATOREN UND HINTERGRUNDINFORMATIONEN

Auf der Monitoringfläche werden periodisch Verifikatoren und Hintergrundinformationen erfasst. Verifikatoren werden genutzt, um die genetischen Eigenschaften der Population und ihre Anpassung an Umweltveränderungen und/oder Bewirtschaftung zu verfolgen, während Hintergrundinformationen aufgezeichnet werden, um die Interpretation der Verifikatoren zu unterstützen. Verifikatoren können auf drei verschiedenen Intensitätsniveaus erfasst werden: Basis, Standard und Intensiv.

Höherrangigere Niveaus (Standard, Intensiv) müssen stets auch die Erfassung der Verifikatoren auf allen niedrigeren Niveaus (Basis, Standard) einschließen. Dies ist für die Aufzeichnung von Hintergrundinformationen nicht erforderlich.

Tabelle 2: Liste der Verifikatoren und Hintergrundinformationen, die während der Außenaufnahmen auf den Eichen-

Bezeichnung	Basisniveau	Standardniveau	Intensivniveau
Verifikatoren	Mortalität / Überlebensrate	Altbäume: Zählung der verbleibenden markierten Bäume alle 10 Jahre und nach jedem extremen Witterungsereignis/ jeder Störung	wie Basisniveau
	Naturverjüngung: /	Zählung der verbleibenden Sämlinge auf den NV-Plots, zweimal pro Jahrzehnt	wie Standardniveau
	Blüte	bestandesweise Schätzung; jährlich	Erfassung auf Einzelbaumebene, während zwei bedeutenden Blühereignissen pro Jahrzehnt, idealerweise in gleichen Abständen *
	Fruktifikation	bestandesweise Schätzung; jährlich	Erfassung auf Einzelbaumebene, während zwei bedeutenden Blühereignissen pro Jahrzehnt, idealerweise in gleichen Abständen *
	Abundanz der Naturverjüngung	bestandesweise Schätzung; jährlich	Zählung der Früchte in den gleichen Jahren, in denen die Bewertung der Blüte auf Intensivniveau erfolgt, unabhängig von der Fruktifikationsintensität* Bei jedem erfassten Fruktifikationsereignis wird auch Saatgut für Laboranalysen gesammelt
Hintergrundinformationen	Durchmesser-klassen-verteilung	Zählung der Sämlinge im 1. und 6. Jahr nach jedem erfassten Fruktifikationsereignis	Zählung der Sämlinge im 1., 6., 11. und 16. Jahr nach jedem erfassten Fruktifikationsereignis
	Höhenklassen-verteilung	/	Messung alle 10 Jahre
	Austrieb	/	Messung alle 10 Jahre
	Seneszenz	/	Erfassung auf Einzelbaumebene; alle 5 Jahre

* Idealerweise sollte mindestens ein größeres Fruktifikationsereignis pro Jahrzehnt bewertet werden. Ein bedeutendes Blühereignis führt jedoch nicht unbedingt zu einem bedeutenden Fruktifikationsereignis. Wenn auf das bewertete Blühereignis kein wesentliches Fruktifikationsereignis folgt, muss die Bewertung sowohl der Blüte als auch der Fruchtbildung beim nächsten bedeutenden Blühereignis wiederholt werden, unabhängig von der Zeit, die zwischen aufeinanderfolgenden bedeutenden Blühereignissen liegt. Erhebungen auf Basisniveau werden zur Identifizierung bedeutender Blüh- und Fruktifikationsereignisse verwendet.

7.1 Verfahren zur Erfassung der Verifikatoren

7.1.1 Mortalität / Überlebensrate

Die Mortalität beschreibt die Sterblichkeit von Altbäumen und Naturverjüngung. Ihr Pendant – die Überlebensrate – steht für Bäume, die seit der letzten Datenerhebung noch am Leben sind. Die Überlebensrate wird berechnet als $1 - \text{Mortalität}$.

7.1.1.1 Altbäume: Basis-, Standard- und Intensivniveau

Der Verifikator für die Mortalität von Altbäumen wird geschätzt, indem die verbleibenden lebenden Beobachtungsbäume alle 10 Jahre sowie nach jedem extremen Witterungsereignis bzw. jeder Störung gezählt werden. Die Mortalität ist die Differenz zwischen der ursprünglichen Anzahl markierter Beobachtungsbäume und den davon verbleibenden lebenden Bäumen der ursprünglichen 50 Beobachtungsbäume.

7.1.1.2 Naturverjüngung: Standard- und Intensivniveau

Die Mortalität der Naturverjüngung wird auf Grundlage des Verifikators „Abundanz der Naturverjüngung“ berechnet. Die Mortalität ist der Unterschied zwischen der anfänglichen Anzahl der Jungpflanzen und den Pflanzen, die zum Zeitpunkt der nächsten Zählung noch am Leben sind. Für jede Bewertungsrunde werden die Jungpflanzen zuerst im Jahr der Keimung und dann wieder nach 5 Jahren auf Standardniveau gezählt, während auf dem Intensivniveau die Zählung zusätzlich nach 10 und 15 Jahren durchgeführt wird. Die Bewertung der „Abundanz der Naturverjüngung“ erfolgt zweimal pro Jahrzehnt, idealerweise etwa alle fünf Jahre.

7.1.2 Blüte

Dieser Verifikator beschreibt das Auftreten der Blüte (Anteil der Bäume) und die Blühintensität. Er kann in Mitteleuropa von April bis Mai erfasst werden. Nach warmen Wintern erfolgt die Blüte früher.

Männliche Blüten (Abbildung 7): Das Kriterium zur Bestimmung des Beginns der Blüte wird durch die Entwicklung der Kätzchen definiert. Die männlichen Blüten (Kätzchen) entwickeln sich unmittelbar nach dem Erscheinen der ersten Blätter; die Freisetzung von Pollen beginnt, wenn sich die Kätzchen verlängern und verdicken. Die Blütezeit der männlichen Blüten endet, wenn keine männlichen Blüten in der Krone mehr Pollen freisetzen. Die Farbe der Kätzchen ändert sich zu dunkelbraun; ihre Konsistenz wird spinnwebenartig.

Weibliche Blüten (Abbildung 6): Die weiblichen Blüten der Eiche sind sehr klein und kaum sichtbar; daher konzentrieren sich alle Beurteilungen der Blütezeit ausschließlich auf die männlichen Blüten. Im Gegensatz zu den meisten anderen Arten wird deshalb die Hintergrundinformation Blühsynchronisation bei der Stiel- und Traubeneiche nicht überwacht.

7.1.2.1 Basisniveau

Der Verifikator wird jährlich auf Bestandesebene erfasst. Die Erfassung erfolgt zum Zeitpunkt der Hauptblüte. Die Schätzung des durchschnittlichen Zustands erfolgt nach einer Begehung der gesamten Monitoringfläche. Es werden zwei Werte erfasst: einer für die Blühintensität, ausgedrückt als mittlerer Kronenanteil in Blüte; und einer für den Anteil der blühenden Bäume im Bestand.

Code Blühintensität auf Bestandesebene		Mittlerer Anteil der Kronen in Blüte (%)
1	Keine Blüte: Keine oder nur gelegentlich auftretende Blüten	0 – 10
2	Schwache Blüte: Einige Blüten erscheinen an den Bäumen	> 10 – 30
3	Mäßige Blüte: Mäßig viele Blüten an den Bäumen	> 30 – 60
4	Starke Blüte: Reichlich Blüten an den Bäumen	> 60 – 90
5	Extreme Blüte: Enorme Anzahl von Blüten an den Bäumen	> 90

Code Anteil der Bäume im Bestand mit dem entsprechenden Stadium der Blühintensität (%)	
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90

7.1.2.2 Standardniveau

Der Verifikator wird während zweier bedeutender Blühereignisse pro Jahrzehnt aufgezeichnet, idealerweise mit einem ähnlichen zeitlichen Abstand. Er wird für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erfasst. Ein bedeutendes Blühereignis liegt vor, wenn die Blühintensität auf Basisniveau als stark oder extrem eingeschätzt wird (Code 4 oder 5) und der Anteil der Bäume mit der angegebenen Blühintensität über 60% liegt (Code 4 oder 5). Die Erfassung erfolgt zum Zeitpunkt der Hauptblüte. Für jeden Beobachtungsbaum wird ein Wert erfasst.

Code	Blühintensität auf Bestandesebene	Mittlerer Anteil der Kronen in Blüte (%)
1	Keine Blüte: Keine oder nur gelegentlich auftretende Blüten	0 – 10
2	Schwache Blüte: Einige Blüten erscheinen an den Bäumen	> 10 – 30
3	Mäßige Blüte: Mäßig viele Blüten an den Bäumen	> 30 – 60
4	Starke Blüte: Reichlich Blüten an den Bäumen	> 60 – 90
5	Extreme Blüte: Enorme Anzahl von Blüten an den Bäumen	> 90

7.1.2.3 Intensivniveau

Der Verifikator wird während zweier bedeutender Blühereignisse pro Jahrzehnt aufgezeichnet, idealerweise mit einem ähnlichen zeitlichen Abstand. Er wird für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erfasst. Ein bedeutendes Blühereignis liegt vor, wenn die Blühintensität auf Basisniveau als stark oder extrem eingeschätzt wird (Code 4 oder 5) und der Anteil der Bäume mit der angegebenen Blühintensität über 60% liegt (Code 4 oder 5). Im Durchschnitt sind zwei Begehungen auf der Monitoringfläche erforderlich: der erste früh genug, um das Frühstadium der Blüte zu beobachten, der zweite zum Zeitpunkt der Hauptblüte.

Für jeden Baum werden zwei Werte angegeben: das männliche Blühstadium und der blühende Kronenanteil. Da die weiblichen Blüten bei Stiel- und Traubeneiche sehr klein und eher unscheinbar sind, kann die Beurteilung des weiblichen Blühstadiums im Bestand nicht zuverlässig erfolgen. Der blühende Kronenanteil bezieht sich auf die Menge der männlichen Blüten am Baum. Die Blühstadien sind in Abbildungen 6 und 7 dargestellt.

Code	Männliches Blühstadium
1	verlängerter Blütenstiel – geschlossene Blüte (grün)
2	Pollen abgebende Staubgefäße (gelb)
3	leere Staubgefäße (Pollen freigesetzt) (braun)

Code	Anteil der Krone in Blüte (%; männliche Blüten)
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90



Abbildung 6: Die weiblichen Blüten der Stieleiche (*Quercus robur*) (a), und Traubeneiche (*Q. petraea*) (b). Die weibliche Blüte wird nicht bewertet, da die weiblichen Blüten beider Arten zu unauffällig sind, um sie im Bestand zuverlässig zu beobachten.

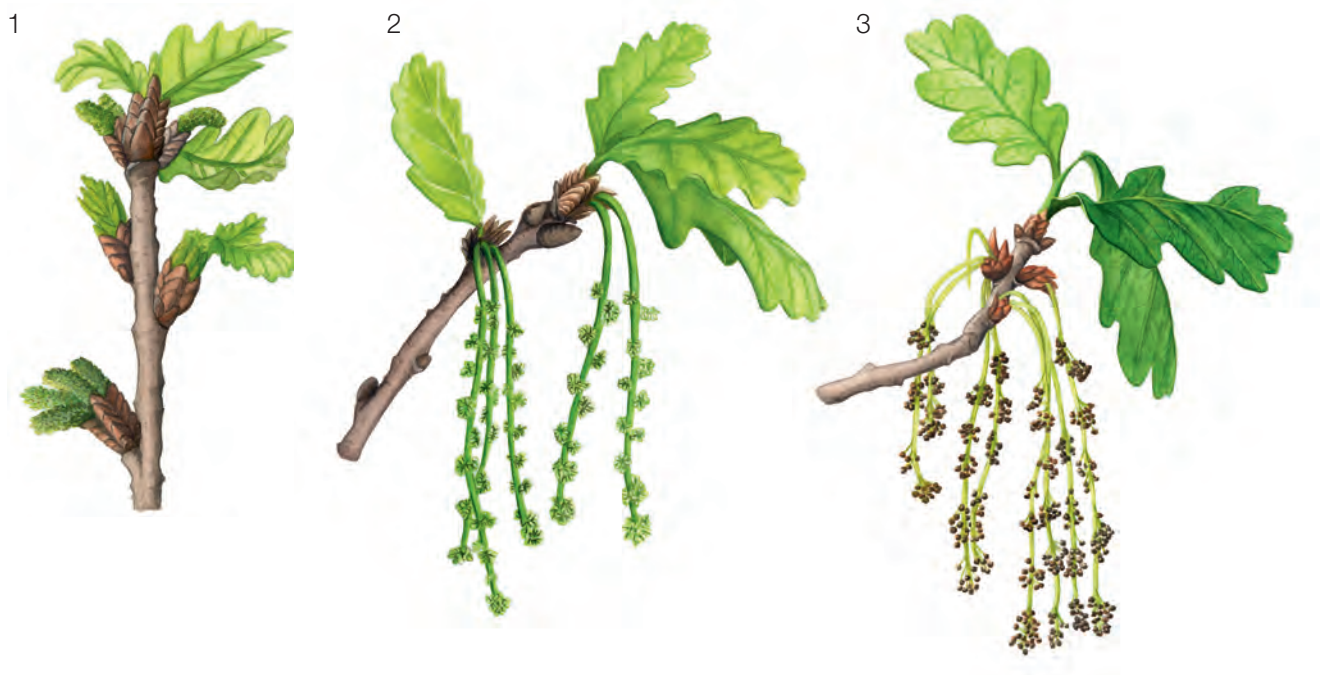


Abbildung 7: Illustrationen zur Beschreibung der männlichen Blühstadien von Stiel- und Traubeneiche für den Verifikator „Blüte“ auf Intensivniveau.

7.1.3 Fruktifikation

Dieser Verifikator beschreibt das Auftreten und die Häufigkeit der Fruchtbildung. Die Daten für diesen Verifikator sollten während der Fruktifikationszeit erhoben werden, d.h. in Mitteleuropa von September bis Oktober. Die Eicheln von *Q. robur* reifen Ende September oder Anfang Oktober, etwas früher als die Eicheln von *Q. petraea*, die im Oktober reifen.

7.1.3.1 Basisniveau

Der Verifikator wird jährlich auf Bestandesebene erfasst. Die Schätzung des durchschnittlichen Zustands erfolgt nach einer Begehung der gesamten Monitoringfläche. Es werden zwei Werte erfasst: einer für die Intensität der Fruktifikation und einer für den Anteil fruchttragender Bäume im Bestand.

Code	Intensität der Fruktifikation auf Bestandesebene	Mittlerer Anteil der Krone mit Fruchtbehang (%)
1	Keine Fruchtbildung: Keine oder nur gelegentlich auftretende Früchte an den Bäumen	0 – 10
2	Schwache Fruchtbildung: Einige Früchte an den Bäumen	> 10 – 30
3	Mäßige Fruchtbildung: Mäßig viele Früchte an den Bäumen	> 30 – 60
4	Starke Fruchtbildung: Reichlich Früchte an den Bäumen	> 60 – 90
5	Extreme Fruchtbildung: Enorme Anzahl von Früchten an den Bäumen	> 90

Code	Anteil der Bäume im Bestand mit dem entsprechenden Stadium der Fruktifikationsintensität (%)
1	0 – 10
2	> 10 – 30
3	> 30 – 60
4	> 60 – 90
5	> 90

7.1.3.2 Standardniveau

Die Erfassung des Verifikators erfolgt in denselben Jahren wie die Bewertung der Blüte auf Standardniveau (unabhängig von der Fruktifikationsintensität). Sie wird für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene durchgeführt – und zwar bevor die Früchte (Eicheln) beginnen zu fallen. Für jeden Beobachtungsbaum wird ein Wert erfasst.

Im Idealfall sollte pro Jahrzehnt ein auf ein bedeutendes Blühereignis folgendes größeres Fruktifikationsereignis erfasst werden. Ein bedeutendes Blühereignis führt jedoch nicht unbedingt zu einem bedeutenden Fruktifikationsereignis. Wenn auf das bewertete Blühereignis kein wesentliches Fruktifikationsereignis folgt, muss die Bewertung sowohl der Blüte als auch der Fruchtbildung beim nächsten bedeutenden Blühereignis wiederholt werden, unabhängig von der Zeit, die zwischen aufeinanderfolgenden bedeutenden Blühereignissen liegt. Erhebungen auf Basisniveau werden genutzt, um bedeutende Fruktifikationsereignisse zu identifizieren. Ein bedeutendes Fruktifikationsereignis liegt vor, wenn die Fruktifikationsintensität auf Basisniveau als stark oder extrem eingeschätzt wird (Code 4 oder 5) und der Anteil der Bäume mit der angegebenen Fruktifikationsintensität über 60% liegt (Code 4 oder 5).

Code	Intensität der Fruktifikation auf Bestandesebene	Mittlerer Anteil der Krone mit Fruchtbehang (%)
1	Keine Fruchtbildung: Keine oder nur gelegentlich auftretende Früchte an den Bäumen	0 – 10
2	Schwache Fruchtbildung: Einige Früchte an den Bäumen	> 10 – 30
3	Mäßige Fruchtbildung: Mäßig viele Früchte an den Bäumen	> 30 – 60
4	Starke Fruchtbildung: Reichlich Früchte an den Bäumen	> 60 – 90
5	Extreme Fruchtbildung: Enorme Anzahl von Früchten an den Bäumen	> 90

7.1.3.3 Intensivniveau

Die Erfassung des Verifikators erfolgt für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene in denselben Jahren wie die Bewertung der Blüte auf Intensivniveau (unabhängig von der Fruktifikationsintensität). Sie wird durchgeführt,

bevor die Früchte (Eicheln) beginnen zu fallen. Für jeden Beobachtungsbaum wird ein Wert erfasst. Zeitgleich werden Eicheln für die Saatgut- und Genanalysen gesammelt (für die Verifikatoren und Hintergrundinformationen auf Intensivniveau).

Im Idealfall sollte pro Jahrzehnt ein auf ein bedeutendes Blühereignis folgendes größeres Fruktifikationsereignis erfasst werden. Ein bedeutendes Blühereignis führt jedoch nicht unbedingt zu einem bedeutenden Fruktifikationsereignis. Wenn auf das bewertete Blühereignis kein wesentliches Fruktifikationsereignis folgt, muss die Bewertung sowohl der Blüte als auch der Fruchtbildung beim nächsten bedeutenden Blühereignis wiederholt werden, unabhängig von der Zeit, die zwischen aufeinanderfolgenden bedeutenden Blühereignissen liegt. Erhebungen auf Basisniveau werden genutzt, um bedeutende Fruktifikationsereignisse zu identifizieren. Ein bedeutendes Fruktifikationsereignis liegt vor, wenn die Fruktifikationsintensität auf Basisniveau als stark oder extrem eingeschätzt wird (Code 4 oder 5) und der Anteil der Bäume mit der angegebenen Fruktifikationsintensität über 60% liegt (Code 4 oder 5).

Der Verifikator wird durch das Zählen von Früchten unter Nutzung eines Fernglases erfasst (als Durchschnitt von drei Zählrunden). Jede Zählrunde besteht aus der Anzahl der Früchte, die der Beobachter in 30 Sekunden zählt. Bei allen Bäumen sollte das gleiche Kronendrittel untersucht werden. Sobald ein Kronendrittel für die Beobachtung ausgewählt wurde, sollte dieses für jede weitere Erhebung dieses Verifikators ausgewählt werden. Für die Zählung wird das obere Kronendrittel dem unteren und mittleren Drittel vorgezogen.

Es werden zwei Werte erfasst: die Anzahl der Früchte und das untersuchte Kronendrittel.

Anzahl der in 30 Sekunden gezählten Früchte (Mittelwert aus 3 Zählrunden)	
	X
Code Untersuchtes Kronendrittel	
1	unteres Kronendrittel
2	mittleres Kronendrittel
3	oberes Kronendrittel

7.1.4 Abundanz der Naturverjüngung

Dieser Verifikator beschreibt das Vorhandensein und die Häufigkeit von Naturverjüngung auf der Monitoringfläche.

7.1.4.1 Basisniveau

Der Verifikator wird jährlich im Herbst auf Bestandesebene erfasst. Für die Schätzung der Situation auf der gesamten Monitoringfläche werden Expertenmeinungen herangezogen. Es sollten zwei Werte erfasst werden: einer für neue aufgelaufene Naturverjüngung (diesjährige Keimlinge) und einer für etablierte Naturverjüngung (Sämlinge und junge Bäume, die den neuen Bestand bilden werden).

Code Beschreibung: neue aufgelaufene Naturverjüngung (diesjährige Keimlinge)	
1a	Auf der Monitoringfläche gibt es keine oder nur sehr wenig neue Naturverjüngung
2a	Auf der Monitoringfläche ist in ausreichender Anzahl neue Naturverjüngung vorhanden
Code Beschreibung: etablierte Naturverjüngung (Sämlinge)	
1b	Auf der Monitoringfläche gibt es keine oder nur sehr wenig etablierte Naturverjüngung
2b	Auf der Monitoringfläche ist in ausreichender Anzahl etablierte Naturverjüngung vorhanden



Abbildung 8: Ein einjähriger Eichensämling.

7.1.4.2 Standardniveau

Der Verifikator wird durch Zählung der Sämlinge im 1. und 6. Herbst nach jedem bewerteten Fruktifikationsereignis erfasst (das Jahr des Fruktifikationsereignisses wird als Jahr 0 betrachtet).

Eichen haben keine Samenruhe und können bereits im folgenden Jahr keimen. Da Mastjahre von Stiel- und Traubeneiche etwa alle 5 bis 7 Jahre auftreten, erfolgt das nächste Monitoring der Naturverjüngung nach dem nächsten Mastjahr (etwa 5 bis 7 Jahre nach Einrichtung der vorherigen NV-Plots).

Zählung der Naturverjüngung:

Nach der Einrichtung der NV-Plots werden alle Eichensämlinge in den NV-Plots gezählt. Ältere Eichenjungpflanzen, die in den NV-Plots vorhanden sind, dürfen nicht mitgezählt werden. Bei der nächsten Zählung sind nur die Eichenjungpflanzen im entsprechenden Alter zu zählen; d.h. im 6. Jahr alle 5 Jahre alten Eichen.

Anzahl der Jungpflanzen auf einem NV-Plot

X

Die Mortalität/Überlebensrate der Naturverjüngung wird anhand der für diesen Verifikator erfassten Werte berechnet.

Zur Einrichtung von NV-Plots siehe Kapitel 6.2 Einrichtung von Naturverjüngungs-Plots.

7.1.4.3 Intensivniveau

Der Verifikator wird durch das Zählen der Sämlinge im 1., 6., 11. und 16. Herbst nach jedem bewerteten Fruktifikationsereignis erfasst (das Jahr des Fruktifikationsereignisses wird als Jahr 0 betrachtet).

Tabelle 3: Zeitstrahl zur Erfassung der Abundanz der Naturverjüngung (NV). In diesem Beispiel findet das erste Fruktifikationsereignis im 2. Jahr des Beobachtungsjahrzehnts statt; das zweite erfasste Fruktifikationsereignis fünf Jahre später, d.h. im 7. Jahr des Monitorings. Nach jedem bewerteten Fruktifikationsereignis werden 20 neue NV-Plots angelegt. Die Erfassung der NV-Abundanz auf jedem Set von 20 NV-Plots erfolgt alle fünf Jahre. Die zur jeweils erfassten NV gehörigen Fruktifikationsereignisse und der Verlauf der Monitoringaktivitäten sind in derselben Farbe schattiert. Nach der letzten Runde der NV-Zählung wird das Monitoring der NV-Abundanz auf dem entsprechenden Set von NV-Plots eingestellt und die jeweiligen NV-Plots werden aufgelöst. S – Standardniveau; I – Intensivniveau.

Monitoringjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Fruktifikationsereignis		•					•							•					•				
Erfassung von NV aus dem ersten bewerteten Fruktifikationsereignis [Jahre]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Einrichtung von NV-Plots		SI																					
Zählung der NV		SI					SI					I					I						
Erfassung von NV aus dem zweiten bewerteten Fruktifikationsereignis [Jahre]							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Einrichtung von NV-Plots								SI															
Zählung der NV								SI				SI					I						I

Die Mortalität/Überlebensrate der Naturverjüngung wird anhand der für diesen Verifikator erfassten Werte berechnet.

Zur Einrichtung von NV-Plots siehe Kapitel 6.2 Einrichtung von Naturverjüngungs-Plots; zur Zählung der NV siehe Kapitel 7.1.4.2 Standardniveau.

7.2 Verfahren zur Erfassung von Hintergrundinformationen

7.2.1 Durchmesserklassenverteilung

7.2.1.1 Standard- und Intensivniveau

Der BHD wird alle 10 Jahre für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erfasst. Der BHD ist der Stammdurchmesser in 1,30 m Höhe, d.h. ungefähr auf Brusthöhe eines Erwachsenen. Hat der Baum mehr als einen Stamm, messen Sie bitte alle Stämme und erfassen Sie den Durchschnitt (versuchen Sie jedoch, Bäume mit vielen kleinen Stämmen zu vermeiden). Notieren Sie in den Anmerkungen, dass der Baum mehrstämmig ist, und geben Sie die Anzahl der gemessenen Stämme an. Ist der Baum geneigt, messen Sie den BHD senkrecht zum Baumstamm. Der BHD kann auf zwei Arten gemessen werden:

- 1) mit einer Kluppe; in diesem Fall messen Sie senkrecht zueinander zwei Durchmesser und berechnen den Mittelwert
- 2) Messen Sie den Umfang des Baumes und berechnen Sie daraus den Durchmesser (d.h. dividieren Sie durch π ; $\sim 3,14$)

Der BHD wird in cm angegeben. Für nachfolgende Messungen ist stets dieselbe Methode anzuwenden.

7.2.2 Höhenklassenverteilung

7.2.2.1 Standard- und Intensivniveau

Die Baumhöhe wird alle 10 Jahre für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erfasst. Die Höhe wird vom Boden bis zum höchsten Punkt der Krone gemessen, idealerweise mit einem Klinometer oder Hypsometer (z.B. Vertex). Die Höhe wird in Metern auf eine Dezimalstelle angegeben. Ist die Krone beschädigt, muss dies in den Anmerkungen zusammen mit dem mutmaßlichen Grund für den Schaden notiert werden.

7.2.3 Austrieb

Diese Hintergrundinformation beschreibt die Austriebsstadien. Die Aufzeichnung erfolgt nur auf Standard- und Intensivniveau. Bei Stiel- und Traubeneiche beginnt der Austrieb zusammen mit der Blüte (*Q. robur* ca. zwei Wochen vor *Q. petraea*). Die Daten für diese Hintergrundinformation sollten in Mitteleuropa im April und Mai erhoben werden, bis alle Beobachtungsbäume voll entwickelte Blätter haben. Nach warmen Wintern erfolgt der Austrieb früher.

7.2.3.1 Standardniveau

Auf Standardniveau wird der Austrieb alle 5 Jahre für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene beobachtet. Gesucht werden der Beginn der Knospenöffnung (Stadium 3) und das Ende der Blattentfaltung (Stadium 5). Die Beobachtungen werden beendet, wenn alle Bäume das Stadium 5 erreicht haben. In der Regel sind dafür 6 Begehungen erforderlich. Für jeden Baum werden zwei Werte erfasst: das Austriebsstadium und der entsprechende Kronenanteil. Die Austriebsstadien sind in Abbildung 9 dargestellt.

Code Austriebsstadium	
1	Knospen noch vollständig geschlossen (kein Grün sichtbar)
2	beginnende Knospenöffnung (erstes Grün ist sichtbar)
3	gefaltete und behaarte Blätter erscheinen; einzeln sichtbare gefaltete und behaarte Blätter
4	Blätter vollständig entfaltet, glatt und hellgrün

Code Anteil der Krone mit dem entsprechenden Austriebsstadium (%)	
1	> 0 – 33
2	> 33 – 66
3	> 66 – 99
4	100

7.2.3.2 Intensivniveau

Auf Intensivniveau wird der Austrieb jährlich für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erhoben, mit derselben Verfahrensweise wie auf Standardniveau. Details dazu sind im Kapitel 7.2.3.1 Standardniveau zu finden.

7.2.4 Seneszenz

Die Seneszenz beschreibt den Prozess der Blattalterung. Die Erfassung dieser Hintergrundinformation erfolgt nur auf dem Standard- und Intensivniveau.



Abbildung 9: Illustration zur Beschreibung der Hintergrundinformation „Austrieb“ auf Standard- und Intensivniveau.

7.2.4.1 Standardniveau

Auf Standardniveau wird die Seneszenz alle 5 Jahre für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene beobachtet. Gesucht wird das Stadium 3, wenn die Blätter gelb sind und keine Photosynthese mehr betreiben. Die Beobachtungen enden, wenn alle Bäume das Stadium 3 erreicht haben. Normalerweise sind dafür zwei Begehungen der Monitoringfläche erforderlich. Für jeden Baum werden zwei Werte erfasst: das Stadium der Seneszenz und der entsprechende Kronenanteil. Die Stadien der Seneszenz sind in Abbildung 6 dargestellt.

Code Stadium der Seneszenz	
1	Blätter sind grün
2	Blattfarbe wechselt von grün zu gelb (grünlich-gelb)
3	Blattfarbe wechselt von gelb zu braun (bräunlich)
4	Blätter sind braun / abgefallen

Code Anteil der Krone mit dem entsprechenden Seneszenzstadium (%)	
1	> 0 – 33
2	> 33 – 66
3	> 66 – 99
4	100

7.2.4.2 Intensivniveau

Auf Intensivniveau wird die Seneszenz jährlich für alle 50 Beobachtungsbäume auf Einzelbaumebene erfasst, mit derselben Verfahrensweise wie auf Standardniveau. Details dazu sind im Kapitel 7.2.4.1 Standardniveau zu finden.

Formular für die Beschreibung der Monitoringfläche: 'FGM Plot description'

Formular für die Erfassung der Verifikatoren: 'Form for recording field level verifiers within FGM'

Formular für die Aufzeichnung von Hintergrundinformationen: 'Form for recording field level background information within FGM'

8 Quellen

1. Breznikar A (1997) Morfološka in fenološka variabilnost doba (*Quercus robur* L.) in gradna (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) na robnih območjih njunih naravnih habitatov v severovzhodni Sloveniji/Morphological and phenological variability of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) at the edge of their natural habitats in northeastern Slovenia. Master Thesis, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. http://eprints.gozdis.si/800/1/Breznikar,Horvat-Marlot_1998.pdf. Accessed 10 September 2020
2. Brus R. (2005) Dendrologija za gozdarje/Dendrology for foresters. Biotehniška fakulteta, University of Ljubljana, Ljubljana
3. Ballian D, Memišević-Hodžić M (2016) Varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Bosni i Hercegovini/Variability of the pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Bosnia and Herzegovina. Silva Slovenica – Slovenian Forestry Institute, Ljubljana
4. Eriksson G (2015) *Quercus petraea* and *Quercus robur* - Recent Genetic Research. Silva Slovenica - Slovenian Forestry Institute, Ljubljana
5. Ducouso A, Bordacs S (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
6. Ducouso A, Michaud H, Lumaret R (1993) Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. Ann Sci For 50(1):91 – 106. <https://doi.org/10.1051/forest:19930708>
7. Eaton E, Caudullo G, Oliveira S, de Rigo D (2016) *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz J, de Rigo D, Caudullo G, Houston Durrant T, Mauri A (eds.) European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp e01c6df+. https://ies-ows.jrc.ec.europa.eu/efdac/download/Atlas/pdf/Quercus_robur_petraea.pdf. Accessed 15 October 2020
8. Kraigher H (2001) Semenarski praktikum. Skripta za strokovni seminar o gozdnem semenarstvu in predmet podiplomskega študija fiziologija gozdnega drevja/Seed technology practicum. A script for seminar on seed technology in forestry and for the course in postgraduate studies program on physiology of forest tree species. Slovenian Forestry Institute. Ljubljana
9. Kraigher H, Bogovič M, Westergren M (2010) Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov : hrasti = *Quercus* spp. : Slovenija/Technical guidelines for conservation and use of forest genetic resources: Oak = *Quercus* spp.: Slovenia. Gozdarski vestnik 68(3):167-174

Die folgenden Ressourcen wurden für die derzeit akzeptierten (Dezember 2020) wissenschaftlichen Namen der in diesem Dokument erfassten oder erwähnten Arten konsultiert:

- a. CABI (2020) Invasive Species Compendium. CAB International, Wallingford, UK. www.cabi.org/isc. Accessed 15 December 2020
- b. EPPO (2020) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>. Accessed 15 December 2020
- c. GBIF (2020) *Global Biodiversity Information Facility*. <https://www.gbif.org> Accessed 15 December 2020
- d. IPNI (2020) International Plant Names Index. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries & Australian National Botanic Gardens. <http://www.ipni.org>, Accessed 10 December 2020
- e. National Center for Biotechnology Information (NCBI) (1998) National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information, Bethesda (MD). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Accessed 15 December 2020
- f. Stevens PF (2001) Angiosperm Phylogeny Website, Version 14. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>. Accessed 15 December 2020
- g. The Plant List (2013) Version 1.1. <http://www.theplantlist.org/>. Accessed 12 December 2020
- h. Tropicos.org (2020) Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>. Accessed 15 December 2020
- i. WFO (2020) World Flora Online. <http://www.worldfloraonline.org>. Accessed 15 December 2020

Projekttitel: **LIFE für ein forstgenetisches Monitoringsystem in Europa**
 Akronym: **LIFEGENMON**
 Programm: **LIFE**
 Förderkennzeichen: **LIFE13 SI / ENV / 000148**
 Dauer: **Juli 2014 - Dezember 2020**
 Koordination: **Slowenisches Forstinstitut**



LIFE13 ENV/SI/000148



Das Projekt wird vom EU-Programm LIFE+ kofinanziert.

Projektpartner

SLOWENIEN

Slowenisches Forstinstitut (Koordination)
www.gozdis.si
 Slowenische Forstverwaltung
www.zgs.si
 Zentrum für Informationsdienst,
 Zusammenarbeit und Entwicklung
 von NGOs
www.cnvos.si



DEUTSCHLAND

Bayerisches Amt für Waldgenetik
www.awg.bayern.de



GRIECHENLAND

Aristoteles-Universität Thessaloniki,
 Fakultät für Forst und Umwelt
www.for.auth.gr
 Generaldirektion für Forst und
 Landwirtschaft, Dezentrale
 Verwaltung von Mazedonien-
 Thrakien www.damt.gov.gr



HELLENIC REPUBLIC
 DECENTRALIZED ADMINISTRATION OF MACEDONIA & THRACE
 GENERAL DIRECTORATE OF FORESTS & RURAL AFFAIRS

