

Maßnahmen Katalog

**Managementindikatoren
zur Erhaltung und Förderung
der Biodiversität
in österreichischen Wäldern**

AutorInnen:

Katharina Lapin, Silvio Schüler,
Janine Oettel, Isabel Georges,
Renate Haslinger, Christian Benger



Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union



Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

LE 14-20
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums:
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete



Maßnahmenkatalog

Managementindikatoren zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern

Der vorliegende Katalog beinhaltet Managementindikatoren zur Bewertung und Förderung der Biodiversität in Wäldern im Zuge der Waldbewirtschaftung. Er wurde im Rahmen des Projektes Waldökologische Serviceplattform auf Basis einer umfassenden Recherche unterschiedlicher Biodiversitätskonzepte und angewandter Maßnahmen entwickelt. Hintergrund sind die internationalen und nationalen Biodiversitätsstrategien und die damit verbundenen Empfehlungen zur Einbeziehung von Biodiversitätsmaßnahmen in Waldbewirtschaftungspläne.

“Making nature healthy again is key to our physical and mental wellbeing and is an ally in the fight against climate change and disease outbreaks. It is at the heart of our growth strategy, the European Green Deal, and is part of a European recovery that gives more back to the planet than it takes away.”

Ursula von der Leyen, President of the European Commission

Beteiligte Institutionen

BIOSA – Biosphäre Austria
Verein für dynamischen Naturschutz
Schauflegasse 6/5, A-1010 Wien
Tel.: +43 1 533 02 27 | Fax: +43 1 533 21 04 | biosa@landforstbetriebe.at

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft
Seckendorf-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien
Tel.: 01/878 38 – 0 | Fax: 01/878 38 – 1250 | direktion@bfw.gv.at

Land&Forst Betriebe Österreich
Schauflegasse 6/5, A-1010 Wien
Tel.: +43-1-5330227-0 | Fax: +43-1-5332104 | office@landforstbetriebe.at





Vielfalt stärkt!

Geschätzte Leserin, geschätzter Leser!

Biodiversität ist ein junger Begriff im Vergleich zum Begriff der Nachhaltigkeit – der Grundlage unserer heimischen, nachhaltigen und multifunktionalen Waldbewirtschaftung – so möchte man meinen. Als Wort ist das sicher richtig. Was die Bedeutung betrifft ist „Biodiversität“ jedoch so alt, richtig und wichtig wie die „forstliche Nachhaltigkeit“ an sich.

Die Begriffe sind untrennbar miteinander verbunden und bedingen einander gegenseitig. Sie sind die Grundlage der österreichischen, generationenübergreifenden Waldgesinnung: **ökologisch** stabil, **ökonomisch** erfolgreich, **sozial** akzeptiert – und in Zeiten der Klimakrise besonders wichtig, zeitgerecht agieren!

Der Klimawandel macht uns verstärkt darauf aufmerksam, dass unser Planen und Handeln für die heimischen Waldflächen komplexer wird und wir immer schneller werdende Veränderungen berücksichtigen müssen. Mit dem Aufbau einer Waldökologischen Serviceplattform wurde aus der Praxis heraus den aktuellen politischen und auch realen Entwicklungen Rechnung getragen. Ein erstes Ergebnis dieses Prozesses liegt Ihnen mit dieser Publikation vor. Diese wurde durch ein Team von renommierten Wissenschaftler*innen und Praktiker*innen entwickelt und soll Ihnen als fundierter Leitfaden für eine integrative Bewirtschaftung Ihrer Waldflächen zur Verfügung stehen.

Mit diesem Katalog wird Ihnen eine gezielte Auswahl von Maßnahmen zur bewussten Erhaltung und auch Entwicklung der biologischen Vielfalt, sprich der Biodiversität, auf Ihren Flächen angeboten. Sie werden mit dieser Publikation künftig in der Lage sein, die Biodiversität noch besser sichtbar zu machen, so wie es auch die EU-Kommission von uns fordert. Dabei muss hervorgehoben werden, dass sich durch Ihr aktives Handeln ein Mehrwert für Ihre Waldflächen ergibt, der auch für Umwelt und Gesellschaft eine wichtig Leistung darstellt.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen eine anregende Lektüre und viel Erfolg bei der praktischen Umsetzung.



FM Dipl.-Ing. Christian Benger
Fachliche Projektleitung
Waldökologische Serviceplattform

Inhalt

1.	Präambel.....	10
2.	Hintergrund.....	11
3.	Grundkonzeption und Anwendung.....	14
4.	Beschreibung der Biodiversitäts- und Managementindikatoren.....	19
4.1	Biodiversitätsindikatoren	19
4.2	Managementindikatoren	21
5.	Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern	25
5.1	Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt	26
5.2	Standortangepasste Baumartenwahl	28
5.3	Förderung der Qualität und Quantität von Totholz	30
5.4	Förderung von Habitatstrukturen.....	32
5.5	Erhöhung der Baumartenvielfalt	34
5.6	Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen.....	36
5.7	Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene.....	38
5.8	Reduzierung des Unterwuchses	40
5.9	Prozessschutz - Verzicht auf forstliche Nutzung	42
5.10	Förderung alter Bestände	44
5.11	Förderung ungleichalter Bestände unter Bestandesschluss	46
5.12	Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung	48
5.13	Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten	50
5.14	Durchführung eines aktiven Monitorings.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gleichwertige ökologische, ökonomische und soziale Bedürfnisse und Anforderungen an das Ökosystem Wald	11
Abbildung 2: Der Maßnahmenkatalog verknüpft Waldbewirtschaftung mit Waldmonitoring und berücksichtigt Waldstruktur, Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität. ..	13
Abbildung 3: Verknüpfungen von Biodiversitätsindikatoren, Managementindikatoren sowie den Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern.	15
Abbildung 4: Bezeichnung und Beschreibung der Maßnahmen zur Förderung von Waldbiodiversität M-01 bis M-14.....	16
Abbildung 5: Die Wirkungsebenen der einzelnen Maßnahmen im Überblick – Einzelbaum, Bestand, Betrieb und Region.	17
Abbildung 6: Übersicht der einzelnen Maßnahmen und deren jeweilige Wirkungsebene(n). ...	18
Abbildung 7: Zeitliche Dimension.....	18
Abbildung 8: Managementindikatoren dienen der Beurteilung des Vorkommens und der Qualität potentieller Lebensräume und werden in 7 Gruppen zusammengefasst... ..	21
Abbildung 9: Struktureicher Buchenwald mit aufkommender Verjüngung.....	25
Abbildung 10: Struktureicher montaner Fichten-Tannen-Buchenwald.....	25
Abbildung 11: Die Förderung standortangepasste Mischbaumarten erhöht nicht nur die Vielfalt, sondern auch die Stabilität der Waldbestände	27
Abbildung 13: Der C-Falter (<i>Polygonia c-album</i>)	31
Abbildung 14: Künstliche Teichanlage im Forstbetrieb Schenker zur Förderung von Amphibien.....	31
Abbildung 15: Baumartenmischung sorgt für Stabilität und verringert Schäden durch abiotische und biotische Störungen.....	33
Abbildung 16: Zunderschwamm (<i>Fomes fomentarius</i>)	33
Abbildung 17: Qualitativ hochwertiges Saat- und Pflanzgut	33
Abbildung 18: Ein mit Wasser gefülltes Astloch stellt ein besonderes Mikrohabitat für aquatisches Kleinstlebewesen dar	35
Abbildung 19: Ein Flechtenbewuchs an Fichtenzweigen fördert die Spinnenvielfalt.....	35
Abbildung 20: Eine vielfältige Landschaftsstruktur bietet zahlreichen Arten Lebensraum und wirkt als Verbindung zwischen verschiedenen Habitaten	37
Abbildung 21: Das große Mausohr (<i>Myotis myotis</i>) jagt im Suchflug nach am Boden lebenden Insekten.....	39
Abbildung 22: Die Nymphenfledermaus (<i>Myotis alcathoe</i>) fühlt sich am wohlsten in Eichen-Hainbuchenaltholzbeständen.	39
Abbildung 23: Schwarzstorch (<i>Ciconia nigra</i>)	41
Abbildung 24: Ein Hirschkäfer kann eine Flugdistanz von ca. 200 m zurücklegen.	41
Abbildung 25: Eine Erhöhung der Umtriebszeit wirkt sich positiv auf die Vielfalt an Vogelarten aus.....	43
Abbildung 26: Auerhahn (links) und Auerhenne (rechts) lassen sich deutlich unterscheiden ...	43

Abbildung 27: Schattenertragende Baumarten wie die Weißtanne können sich unter Schirm etablieren	45
Abbildung 28: Die Erdkröte (<i>Bufo bufo</i>)	47
Abbildung 29: Die Wildkatze (<i>Felis silvestris</i>)	47
Abbildung 30: Der Weißrückenspecht (<i>Dendrocopus leucotos</i>) als Indikatorart für totholzreiche Waldbestände	49
Abbildung 32: Das grüne Koboldmoos (<i>Buxbaumia viridis</i>) eine seltene Art der luftfeuchten, montanen Nadel- und Laubmischwälder.....	49
Abbildung 33: Ein objektives und regelmäßiges Monitoring basiert auf festgelegten Parametern und bedarf langfristig vermarkter Stichproben.....	51



Exclusive summary

The accelerating rate of species extinction worldwide and the inevitable impact of human activity on biodiversity have increased the demand for conservation, habitat restoration and the sustainable use of ecosystems. Biodiversity indicators are the most commonly used tool to monitor the status and changes of biodiversity and the related impact of management measures.

Based on an extensive literature review of studies linking forest management to biodiversity, we identified indicators for biodiversity in forest ecosystems and established their link to forest management measures. In addition, we defined management indicators to support biodiversity at stand and landscape level. The research resulted in 162 studies creating the base for the identification of nine groups of biodiversity indicators, which were linked to seven management indicators. To support biodiversity, we summarized 14 forest management measures.

The most common biodiversity indicators reported in European managed forests so far are arthropods, birds and vascular plants. For some of these species, we identified clear relationships with certain forest management indicators, such as deadwood-inhabiting insects and springtails with deadwood, bird families (passerines, woodpeckers) with habitat structures and ground-dwelling insects with a heterogeneous stand structure. The targeted promotion of deadwood or habitat structures and the promotion of a diverse structure in the forest stand are therefore measures that severely promote biodiversity.

In general, a high structural diversity is associated with an increase in diversity, especially regarding vascular plant species, bird species and soil-dwelling species. The adaptation of forest management to promote biodiversity requires a regular monitoring to assess the effectiveness of the measures applied.

The present catalogue not only recommends management measures to promote biodiversity, but also offers suggestions for biodiversity as well as forest monitoring to assess the effectiveness of the measures. The forest monitoring refers to parameters of forest structure and management and the biodiversity monitoring refers to species groups and structural elements of biodiversity at landscape level. In addition, it is highlighted whether the individual measures contribute to the adaptation of forests to climate change or increase their adaptive capacity to climate change.

Zusammenfassung

Die weltweit zunehmende Geschwindigkeit des Artensterbens und die unvermeidlichen Auswirkungen des Menschen auf die biologische Vielfalt haben die Forderungen nach einer Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltigen Nutzung der Ökosysteme verstärkt. Indikatoren der Biodiversität sind das am häufigsten verwendete Instrument zur Überwachung des Zustands, der Veränderungen und der Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die biologische Vielfalt.

Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche zu Studien, die Waldbewirtschaftung mit Biodiversität verknüpfen, wurden Indikatoren für die biologische Vielfalt in Waldökosystemen definiert und deren Verbindung zu Waldbewirtschaftungsmaßnahmen hergestellt. Zusätzlich wurden Indikatoren für das Management definiert, welche die biologische Vielfalt auf Bestandes- und Landschaftsebene unterstützen. Die Recherche ergab 162 Studien, mit Hilfe derer 9 Gruppen von Biodiversitäts-Indikatoren definiert werden konnten, die wiederum mit 7 Management-Indikatoren verknüpft sind. Zur Förderung der Biodiversität wurden 14 Waldbewirtschaftungsmaßnahmen ermittelt.

Die häufigsten Biodiversitätsindikatoren in europäischen Wirtschaftswäldern sind Gliederfüßler, Vogelarten und Gefäßpflanzenarten. Für einige dieser Arten gibt es eindeutige Beziehungen zu bestimmten Waldbewirtschaftungsindikatoren, wie z.B. totholzbewohnende Insekten und Springschwänze mit Totholz, Vogelfamilien (Sperlingsvögel, Spechte, Greifvögel, Raufußhühner) mit Habitatstrukturen und bodenbewohnende Insekten mit einer heterogenen Bestandesstruktur. Die gezielte Förderung von Totholz oder Habitatstrukturen, sowie eine diverse Strukturierung der Wälder sind daher Maßnahmen, die der Förderung der Biodiversität dienen.

Im Allgemeinen ist eine hohe strukturelle Vielfalt mit einer Zunahme der Diversität verbunden, insbesondere im Hinblick auf Gefäßpflanzen, Vogelarten und bodenbewohnende Arten. Das Zusammenwirken der Waldbewirtschaftung auf die Biodiversität erfordert daher ein regelmäßiges Monitoring.

Der vorliegende Maßnahmenkatalog empfiehlt einerseits Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Erhaltung und Erhöhung der Biodiversität im Allgemeinen, und bietet andererseits Vorschläge für ein mit den jeweiligen Maßnahmen verbundenes Waldmonitoring zur Beurteilung der langfristigen Auswirkungen. Das Waldmonitoring bezieht sich auf Parameter der Waldstruktur, der Bewirtschaftung, Artengruppen und die strukturellen Elemente der Biodiversität auf Landschaftsebene. Zudem wird hervorgehoben, ob die einzelnen Maßnahmen einen Beitrag leisten, um die Wälder an den Klimawandel anzupassen bzw. die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel zu erhöhen.

1. Präambel

Neben dem Klimawandel wird der weltweite Verlust der biologischen Vielfalt als die größte Herausforderung der Menschheit im 21. Jahrhundert angesehen. Biologische Vielfalt, meist als Biodiversität bezeichnet, umfasst 1. die genetische Vielfalt, z.B. die Vielfalt an Sorten und Rassen von Kulturpflanzen und Nutztieren; 2. die Artenvielfalt, z.B. die Anzahl und Häufigkeit verschiedener Vogel-oder Insektenarten und 3. die Vielfalt an Ökosystemen, z.B. das Nebeneinander verschiedener Waldtypen, Feuchtgebiete oder Trockenrasen als Lebensraum verschiedenster Organismen.

Weltweit ist mehr als die Hälfte der Biodiversität in Wäldern zu finden und daher ist der Verlust von Waldflächen z.B. in tropischen Regenwäldern die größte Bedrohung für die biologische Vielfalt. Auch in Österreich schätzen Experten, dass ca. zwei Drittel aller heimischen Arten in Wäldern vorkommen. Im Gegensatz zu anderen Kontinenten und Ländern nimmt in Europa und Österreich die Waldfläche allerdings seit vielen Jahrzehnten im Rahmen einer nachhaltigen Bewirtschaftung zu.

Zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Wald existieren zahlreiche Vorgaben auf globaler, europäischer und nationaler Ebene. Dazu zählen die Biodiversitäts- und die Waldstrategie. Sie werden auf EU-Ebene festgelegt und in nationalen Strategien umgesetzt. Sie beziehen sich einerseits auf den Wert der Biodiversität selbst, aber andererseits auch auf den wirtschaftlichen Wert des Ökosystems Wald.

Vor dem Hintergrund des weltweit beobachteten Verlustes der biologischen Vielfalt sind WaldbesitzerInnen und WaldbewirtschafterInnen, ebenso wie jegliche andere BewirtschafteterInnen von Land und Wasser (Bauern, Fischer, etc.) gefragt, ihren Beitrag zur Erhaltung der biologischen Vielfalt besser zu verstehen und zu bewerten. Durch das Erkennen der lokalen biologischen Vielfalt und deren Berücksichtigung bei der forstlichen Bewirtschaftung können WaldbesitzerInnen und WaldbewirtschafterInnen dazu beitragen, dass die Gesellschaft die durch sie erbrachten Leistungen stärker wahrnimmt und wertschätzt. Darüber hinaus können sie durch gezielte Maßnahmen die biologische Vielfalt fördern und damit lokal einen Beitrag zur Lösung eines globalen Problems beitragen.

Die Ziele des vorliegenden Maßnahmenkatalogs sind:

- 1) Aufzeigen von Indikatoren zur Erkennung von Biodiversität durch den WaldbesitzerIn, um diese im Rahmen von forstlichen Planungen besser zu berücksichtigen.**
- 2) Erläutern von Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität, welche in die übliche nachhaltige Bewirtschaftung integriert werden können.**

Der vorliegende Maßnahmenkatalog basiert auf einer umfangreichen wissenschaftlichen Literaturstudie und bietet einen Überblick über die wichtigsten Biodiversitätsindikatoren. Auch werden waldbauliche Maßnahmen vorgeschlagen, die auf die Förderung und Erhaltung von Lebensräumen und damit indirekt die Artengruppen abzielen.

2. Hintergrund

Biodiversität der Wälder in Österreich

Mit einer Waldfläche von knapp der Hälfte seines Staatsgebietes (47,9 %) zählt Österreich zu den walddominanten Ländern Europas. Österreichs Wälder werden bereits seit Jahrtausenden vom Menschen genutzt und bewirtschaftet. Historische Holznutzungen, z.B. als Brennholz für die Salzgewinnung und Eisenproduktion aber auch Waldweide und Streunutzung haben den Waldzustand bis ins 20. Jahrhundert hinein geprägt. Aufgrund der starken naturräumlichen Gliederung Österreichs mit unterschiedlichen Ausgangsgesteinen, zahlreichen Seehöhenstufen und verschiedenen Klimazonen sowie spezifischen regionalen Bewirtschaftungsformen und Eigentümerstrukturen umfassen Österreichs Wälder ein weites Spektrum an Waldtypen mit einer hohen Vielfalt an Baumarten und damit verbundenen Waldökosystemen. Diese hohe Vielfalt ist Voraussetzung für die Erfüllung der verschiedenen Waldfunktionen (Schutzfunktion, Nutzfunktion, Wohlfahrtsfunktion, Erholungsfunktion) und wird in der aktuellen Fassung des Forstgesetzes (Forstgesetz 1975) § 1 Abs. 3 gewürdigt und geschützt ^a.

Die hohe Vielfalt an Waldökosystemen wurde sowohl auf regionaler und nationaler Ebene, z.B. durch die Ausweisung von Nationalparks und Naturwaldreservaten, als auch auf europäischer und internationaler Ebene durch die Ausweisung von Biosphärenparks, Unesco Weltkulturerbe Flächen, und Natura 2000 Gebieten anerkannt und geschätzt.

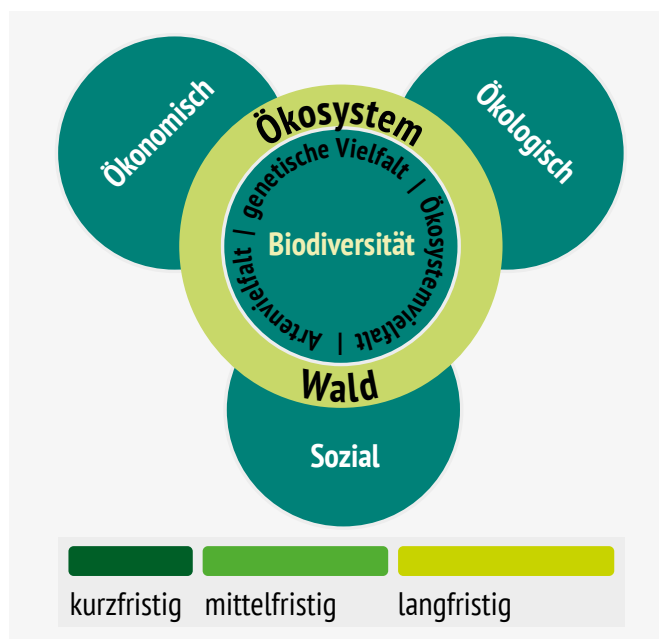


Abbildung 1: Gleichwertige ökologische, ökonomische und soziale Bedürfnisse und Anforderungen an das Ökosystem Wald

Allerdings können Schutzgebiete allein nur einen Teil zur Sicherung der Biodiversität beitragen, da ihre positiven Wirkungen wesentlich von deren zeitlicher und räumlicher Verteilung und Vernetzung abhängig sind ¹. Daher ist die Kenntnis und Integration von Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität im Rahmen einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung eine wichtige Voraussetzung zur Erfüllung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedürfnisse - gleichwertig im Sinne des österreichischen Forstgesetzes - sicherzustellen.

Die biologische Vielfalt im Wald wird ganz wesentlich von der naturräumlichen Lage (Seehöhe, Klima, Grundgestein, Waldgesellschaft, etc.) bestimmt, aber auch von

^a „Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Sinne dieses Bundesgesetzes bedeutet die Pflege und Nutzung der Wälder auf eine Art und in einem Umfang, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Regenerationsvermögen, Vitalität sowie Potenzial dauerhaft erhalten wird, um derzeit und in Zukunft ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene, ohne andere Ökosysteme zu schädigen, zu erfüllen.“ Damit entspricht das Forstgesetz dem Ursprungsgedanken der Nachhaltigkeit, der bereits 1713 von dem sächsischen Berghauptmann Carl von Carlowitz in der Schrift Sylvicultura oeconomica geprägt wurde.

forstlichen, jagdlichen und touristischen Nutzungen. Daneben tragen auch die Bevölkerungs- und Gesellschaftsentwicklung, Änderungen der Landnutzung und Emissionen aus Verkehr und Industrie zum Erscheinungsbild der Wälder in Österreich bei. Zusätzlich zu den naturräumlichen und direkten menschlichen Einflüssen ist zu erwarten, dass auch die Folgen des Klimawandels die österreichischen Waldsysteme verändern werden. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Situation für die Biodiversität im österreichischen Wald, nicht zuletzt durch die nachhaltigen Vorgaben des Forstgesetzes, verbessert. Nun gilt es die Maßnahmen, die zur Förderung der Biodiversität geführt haben, zu erkennen und die Erfahrungen zu teilen. Heute beheimatet der österreichische Wald vielerorts seltene Arten und artenreiche Lebensräume von außerordentlicher naturschutzfachlicher Bedeutung. Viele Beispiele aus der forstwirtschaftlichen Praxis haben gezeigt, dass das Fortbestehen der Artenvielfalt durch gezielte waldbauliche Entscheidungen mit geringen Auswirkungen auf sonstige Bewirtschaftungsziele gefördert werden kann.

Biodiversität und Klimawandel

Das sich rapide verändernde Klima ist eine besondere Herausforderung für die Waldbewirtschaftung und die Erhaltung der biologischen Vielfalt. Die Jahresdurchschnittstemperatur in Österreich stieg bereits im letzten Jahrhundert (seit 1880) um fast 2° Celsius (APCC 2014). Für das Jahr 2100 wird ein Temperaturanstieg von bis zu 5° Celsius erwartet (APCC 2014). Am stärksten werden davon Gebiete der höheren Lagen betroffen sein. Parallel zum Temperaturanstieg sind zunehmend Klimaextreme zu erwarten, wie Starkniederschläge und Dürreperioden (APCC 2014). Auch eine Verlagerung von Niederschlägen vom Sommer in den Winter könnten die österreichischen Wälder stark treffen und werden häufiger erwartet (APCC 2014).

Die heute bereits sichtbaren Folgen des Klimawandels haben regional dramatische Folgen für Waldökosysteme und deren Bewirtschaftung. Daher ist die Begrenzung der Erwärmung auf die Klimaziele von Paris eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung und den Schutz der Biodiversität laut Forstgesetz. Darüber hinaus sind aber bereits heute Anpassungsmaßnahmen erforderlich, da ein frühzeitiges Handeln hohe Folgekosten erspart.

Als wichtige Maßnahmen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel gelten beispielsweise die Nutzung anderer heimischer und nicht-heimischer Baumarten und Herkünfte, eine stärkere Durchforstung, die Begründung von Mischbeständen und die Reduktion der Wildbestände, um eine hohe Baumartenvielfalt in der Verjüngung sicherzustellen. Viele dieser Maßnahmen tragen potentiell gleichzeitig auch zum Schutz und der Erhöhung der Biodiversität bei. Für spezifische waldgebundene Arten können darüber hinaus zusätzliche Maßnahmen geeignet sein, zum Beispiel die Ausweisung von Korridoren oder Trittsteinen, um deren Ausbreitung in andere Habitate zu unterstützen.



Der Klimawandel beschreibt die Veränderung des globalen Klimas. Im Gegensatz zum Wetter, das den Zustand der Atmosphäre zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort beschreibt, umfasst der Begriff Klima das durchschnittliche Wetter über einen längeren Zeitraum. Wälder spielen eine wichtige Rolle im Kampf gegen den Klimawandel als wichtigster CO₂ Speicher, indem sie es in Holz und im Waldboden einlagern. Oberstes Ziel ist es, dass wir unsere Wälder aktiv, durch langfristig wirksame Anpassungsmaßnahmen klimafit machen. Maßnahmen, die den Beitrag der Österreichischen Wälder zum Klimaschutz in besonderer Weise fördern, werden im Dokument mit dem Prädikat „Klimafit“ gekennzeichnet.

Waldökologische Planungen

Waldmanagement- und Bewirtschaftungspläne unterstützen eine nachhaltige und zielorientierte Bewirtschaftung der Wälder nach dem aktuellen Stand von Technik und Wissen. Im Zuge deren Erstellung wird nicht nur den unterschiedlichen Waldwirkungen Rechnung getragen, auch können beispielsweise kleinstandörtliche Besonderheiten vermerkt und berücksichtigt werden. In Österreich sind die waldbezogenen Planungen die elementaren Instrumente für eine geregelte und nachhaltige Waldbewirtschaftung. Im Forstgesetz sind diese entsprechend berücksichtigt und unter Abschnitt II ‚Forstliche Raumplanung‘ definiert. Zu den Aufgaben zählen die Darstellung und vorausschauende Planung der Waldverhältnisse unter Berücksichtigung aller Waldfunktionen (§6 ForstG). Dazu werden verschiedene Planungsinstrumente, wie der Waldentwicklungsplan (§9 ForstG), der Waldfachplan (§10 ForstG) und der Gefahrenzonenplan (§11 ForstG) definiert.

Diese Planungsinstrumente sind eine wesentliche Handlungsgrundlage und können auf Stichprobeninventuren und Standortkartierungen basieren. Das Ziel ist es, den aktuellen Zustand zu ermitteln und die Bewirtschaftung dem Plan entsprechend anzupassen. Sie geben damit einen raschen Überblick über notwendige Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Im Hinblick auf die Umsetzung von Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Waldbiodiversität im Rahmen nationaler und globaler Biodiversitätsstrategien ist der konkrete Zustand und die anzustrebenden Ziele auf Bestands- und Betriebsebene weit schwieriger zu definieren, denn die Dynamik der Waldentwicklung und die Vielfalt der Waldtypen erschweren eine klare Zieldefinition. Damit sind die Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität und

die Biodiversitätsindikatoren zur Einschätzung derselben schwieriger anzuwenden und zu evaluieren. In den letzten Jahrzehnten wurden diverse quantitative und qualitative Biodiversitätsindikatoren getestet, die sich häufig auf Artengruppen beziehen, die charakteristisch für bestimmte Lebensräume sind und deren Erhalt als prioritär für die Erhaltung der Ökosystemfunktionen eingeschätzt wird. Ein Monitoring einzelner Arten oder Artengruppen ist jedoch in der Regel aus finanziellen und zeitlichen Gründen nicht realisierbar. Auch ist ein Artenmonitoring allein nicht zielführend, da häufig der Bezug zu den entsprechenden Habitatansprüchen und letztendlich den geeigneten waldbaulichen Maßnahmen zu deren Erhalt und Förderung fehlt³.

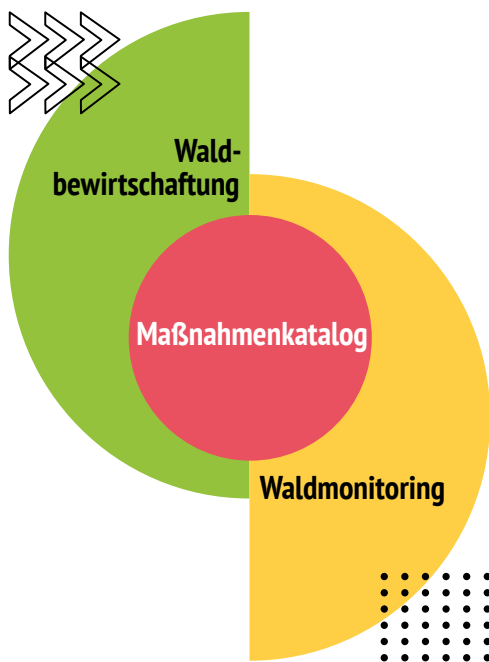


Abbildung 2: Der Maßnahmenkatalog verknüpft Waldbewirtschaftung mit Waldmonitoring und berücksichtigt Waldstruktur, Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität.

Der vorliegende Maßnahmenkatalog bietet einen Überblick über die wichtigsten Biodiversitätsindikatoren und verknüpft diese in einem Waldmonitoring. Auch werden waldbauliche Maßnahmen vorgeschlagen, die auf die Förderung und Erhaltung von Lebensräumen und damit indirekt die Artengruppen abzielen.

3. Grundkonzeption und Anwendung

Der Katalog beschreibt und erläutert Indikatoren zur Erkennung von Waldbiodiversität, um diese im Rahmen von Planungen zu berücksichtigen und ggf. durch geeignete Bewirtschaftungsmaßnahmen im Rahmen der üblichen nachhaltigen Forstwirtschaft zu fördern. Dieser Katalog ist keinesfalls als konkrete Waldbauempfehlung oder als Waldbauhandbuch zu lesen.

Die Anwendung der hier vorgestellten Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern unterliegt den standörtlichen Gegebenheiten und muss in jedem Fall den lokalen Bedingungen angepasst werden. Darüber hinaus müssen auch die passenden Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität an die jeweiligen Schutzziele angepasst werden, denn einige Maßnahmen wirken spezifisch auf bestimmte Artengruppen oder Habitate. Manche Maßnahmen stehen sogar in direkten Widerspruch zueinander (z.B. Maßnahmen M-01 und M-08), d.h. mit der Förderung einer bestimmten Artengruppe werden die Lebensbedingungen für andere Artengruppen möglicherweise ungünstiger.

Die Maßnahmen wurden auf Basis einer umfangreichen Studie zu Untersuchungen der Biodiversität im Wald aus den Jahren 1995 bis 2020 erarbeitet. Im Rahmen der Studie konnten die Verknüpfungen von Biodiversitätsindikatoren (z.B. Vielfalt der Vogelarten) und Managementindikatoren (u.a. Waldstruktur und Bewirtschaftung) sichtbar gemacht werden, welche die Grundlage der Definition der einzelnen Maßnahmen darstellen (M-01 bis M-14, siehe Abbildung 1 und Tabelle 1).

Wendet man eine der beschriebenen Maßnahmen an, kann man davon ausgehen, dass die angegebenen Biodiversitätsindikatoren (Pilze, Gliederfüßer, etc.) gefördert werden. Diese Biodiversitätsindikatoren sind oft selbst für Spezialistinnen nicht leicht zu erkennen. Ihre Beobachtung ist daher sehr zeitintensiv und meistens nur in großen zeitlichen Abständen durchführbar. Dennoch will man eine erfolgreich umgesetzte Maßnahme zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität messen und beurteilen können. Dafür wurden Managementindikatoren definiert, die für geübte Forstfachleute sichtbar sind und in kürzeren Zeiträumen leichter zu messen sind.

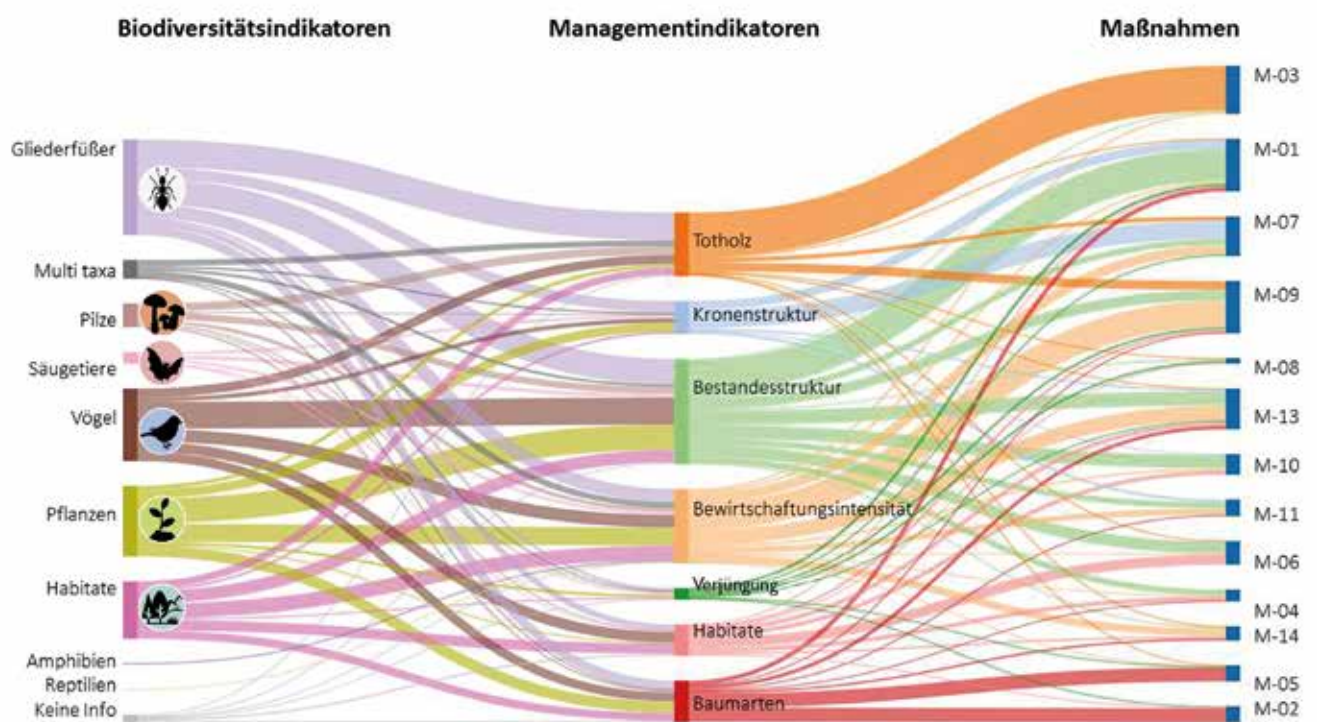


Abbildung 3: Verknüpfungen von Biodiversitätsindikatoren, Managementindikatoren sowie den Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern.

Nr	Maßnahme	Beschreibung
M-01	Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt	Entwicklung strukturreicher Wälder mit Baumindividuen unterschiedlicher Entwicklungsphasen und Mischungsformen unter Berücksichtigung der lokalen Standortbedingungen
M-02	Standortangepasste Baumartenwahl	Auswahl und Förderung von Baumarten in Anpassung an die standörtlichen und klimatischen Bedingungen
M-03	Förderung der Qualität und Quantität von Totholz	Das Belassen von stehendem und liegendem Totholz zur Förderung dessen Vielfalt im Hinblick auf Dimension und Zersetzung
M-04	Förderung von Habitatstrukturen	Erhaltung und Förderung von Kleinlebensräumen und Sonderstrukturen im Wald. Diese stellen wichtige Habitate für viele Arten dar
M-05	Erhöhung der Baumartenvielfalt	Förderung von Mischbaumarten zur Erhöhung der Stabilität unter Berücksichtigung der lokalen Standortbedingungen
M-06	Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen	Erhalt von besonders alten sowie ökologisch wertvollen Baumindividuen mit Baummikrohabitaten. Diese stellen wichtige Habitate für viele Arten dar
M-07	Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene	Schaffung eines vielfältigen Landschaftsmosaiks von nachhaltig genutzten Strukturen - über den Einzelbestand hinausgehend.
M-08	Reduzierung des Unterwuchses	Reduzierung der Konkurrenzvegetation für die Baumartenverjüngung durch einzelstammweise Entnahme. Belassen von unterwuchs-armen Bereichen zur Förderung von bspw. Fledermausarten
M-09	Prozessschutz - Verzicht auf forstliche Nutzung	Verzicht auf die forstliche Bewirtschaftung von ökologisch wertvollen Waldflächen, die Lebensräume für schützenswerte Arten darstellen
M-10	Förderung alter Bestände	Erhöhung des Bestandes- bzw. Baumalters unter Berücksichtigung der Umtriebszeiten zur Förderung von Arten die auf Strukturen alter Wälder angewiesen sind
M-11	Förderung ungleichalter Bestände unter Bestandeschluss	Förderung von Baumindividuen unterschiedlicher Altersstufen zur Erhöhung der Diversität und zur Gewährleistung einer dauerhaften Bestockung
M-12	Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung	Vermeidung der Isolation von Lebensräumen durch Zerschneidung und großflächig eintönige Nutzungen
M-13	Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten	Schutz und Erhalt von Indikatorarten und geschützten Lebensräumen nach nationalen und internationalen Richtlinien durch ein gezielt angepasstes Management
M-14	Durchführung eines aktiven Monitorings	Beobachtung der Waldstruktur sowie der Artenvorkommen zur Bewertung der Entwicklungsdynamik sowie als Orientierung für durchzuführende Maßnahmen

Abbildung 4: Bezeichnung und Beschreibung der Maßnahmen zur Förderung von Waldbiodiversität M-01 bis M-14

Im Folgenden werden die einzelnen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Anwendung und Auswirkungen auf die Biodiversität näher erläutert und anhand von Praxisbeispielen veranschaulicht. Die Übersicht soll die WaldbesitzerInnen und die WaldbewirtschafterInnen dabei unterstützen, geeignete, umsetzbare Maßnahme auszuwählen.

Zudem werden die Bezugsebenen, auf denen die einzelnen Maßnahmen wirken, visualisiert (siehe Abb. 5). So gibt es Maßnahmen, welche sich nur auf den einzelnen Baum beziehen, wie zum Beispiel der „M-06 Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen“ und solche, deren Wirkung sich über den Bestand und Betrieb bis auf die regionale Ebene ausweitet (M-05 Erhöhung der Baumartenvielfalt).

Bei der Auswahl von Maßnahmen ist zu beachten, dass sich nicht jede Maßnahme vorbehaltlos für jeden Waldtyp eignet. Vor der Auswahl und Anwendung einer Maßnahme muss daher eine individuelle Prüfung und Abwägung der Sinnhaftigkeit und Umsetzbarkeit erfolgen. Dabei ist die Bewirtschaftungsgeschichte ebenso zu berücksichtigen, wie der aktuelle Zustand und die langfristige waldbauliche Zielsetzung.

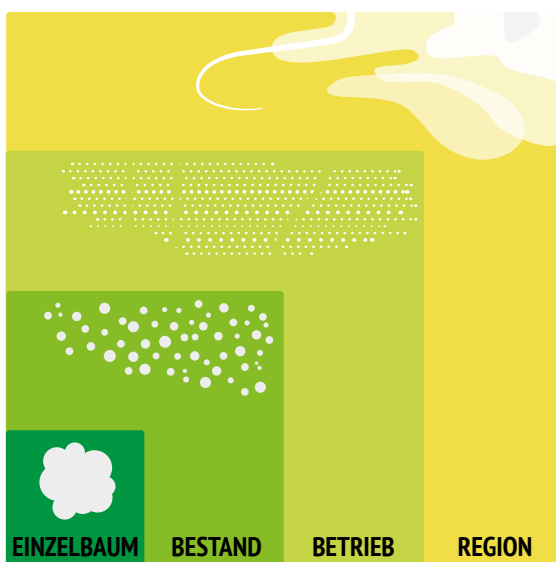


Abbildung 5: Die Wirkungsebenen der einzelnen Maßnahmen im Überblick – Einzelbaum, Bestand, Betrieb und Region.

Bei der Auswahl und Anpassung der Maßnahme sind insbesondere der Maßstab (Einzelbaum, Bestandesebene, Betriebsebene oder Region) und die Ausgangssituation entscheidend. Die Übersicht soll die WaldbesitzerInnen und die WaldbewirtschafterInnen dabei unterstützen, eine umsetzbare Maßnahme auszuwählen (siehe Abbildung 6).

Nr.	Maßnahme	Einzelbaum	Bestand	Betrieb	Region
M-01	Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt		✓	✓	✓
M-02	Standortangepasste Baumartenwahl	✓	✓	✓	✓
M-03	Förderung der Qualität und Quantität von Totholz	✓	✓	✓	✓
M-04	Förderung von Habitatstrukturen		✓	✓	
M-05	Erhöhung der Baumartenvielfalt	✓	✓	✓	✓
M-06	Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen	✓	✓		
M-07	Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene			✓	✓
M-08	Reduzierung des Unterwuchses		✓		
M-09	Prozessschutz - Verzicht auf forstliche Nutzung		✓	✓	✓
M-10	Förderung alter Bestände		✓	✓	
M-11	Förderung ungleichalter Bestände unter Bestandeschluss		✓	✓	
M-12	Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung				✓
M-13	Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten			✓	✓
M-14	Durchführung eines aktiven Monitorings	✓	✓	✓	✓

Abbildung 6: Übersicht der einzelnen Maßnahmen und deren jeweilige Wirkungsebene(n).

Zeitliche Dimension

Die einzelnen Maßnahmen unterscheiden sich im Hinblick auf ihren Wirk- und Zeithorizont. Es gibt Maßnahmen, die sich kurzfristig umsetzen lassen und solche, deren Umsetzung eine oder mehrere Bestandesgenerationen überdauert. Im vorliegenden Dokument wird eine Einordnung der einzelnen Maßnahmen in drei Klassen (kurz-, mittel-, langfristig) vollzogen und durch eine entsprechende Grafik visualisiert (siehe Abbildung 7). Die zeitlichen Dimensionen wurden wie folgt festgelegt: 0-10 Jahre (kurzfristige Maßnahmen), 10-50 Jahre (mittelfristige Maßnahmen) und > 50 Jahre (langfristige Maßnahmen).



Abbildung 7: Zeitliche Dimension

4. Beschreibung der Biodiversitäts- und Managementindikatoren

Vor der Beschreibung der einzelnen Maßnahmen, der Diskussion über die Auswirkungen auf die Biodiversität sowie der Erläuterung wichtiger Aspekte der Anwendung und Umsetzung, soll im folgenden Abschnitt noch einmal vertiefend auf Biodiversitätsindikatoren und Managementindikatoren eingegangen werden.

4.1 Biodiversitätsindikatoren

Unter Biodiversitätsindikatoren versteht man sowohl Artengruppen als auch Strukturelemente. Zu den Artenindikatoren zählen Arthropoden (Gliederfüßler, insbesondere Insekten), Vogelarten, Pilze, Säugetiere (insbesondere Fledermäuse), Amphibien, Reptilien, sowie Gefäßpflanzenarten. Indikatoren der Strukturelemente der Biodiversität beziehen sich auf geschützte Habitate, Baummikrohabitate, Sonderstandorte (z.B. Blocksteinhaufen, nicht-wasserführenden Wildbäche, etc.) und Totholz. Diese werden zu unterschiedlichen Graden von verschiedenen Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflusst und können dadurch gezielt gefördert werden. Um die Auswirkungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen zu beurteilen, wurden Beobachtungsschwerpunkte (Indikatoren) eines Waldmonitorings definiert, die zur Abschätzung der Wirkung der Waldbewirtschaftung verwendet werden können. Um die Auswirkungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen zu beurteilen, haben wir Beobachtungsschwerpunkte (Indikatoren) eines Waldmonitorings definiert, die zur Abschätzung der Wirkung der Waldbewirtschaftung verwendet werden können.



Vögel

Wälder sind Lebensraum vieler Vogelarten, die sich in ihrer Biologie und ihren Habitatsansprüchen unterscheiden. Es gibt höhlen-, boden- und baumbrütende Arten, Greifvögel, Insekten- und Fruchtfresser. Vögel sind besonders auf Strukturen im Wald angewiesen.



Gliederfüßer

Die im Wald lebenden Gliederfüßer gehören hauptsächlich zur Klasse der Insekten. Diese Klasse umfasst eine unzählige Anzahl an Arten. Sie erfüllen vielfältige Funktionen im Waldökosystem und tragen zur Pflanzenvermehrung, zur Umsetzung von Nährstoffen und zur Bodengesundheit bei.



Pilze

Pilze gehören weder zu den Tieren noch zu den Pflanzen. Sie bilden ihr eigenes Reich und erfüllen verschiedene Aufgaben im Wald. Baumpilze zersetzen organisches Material mit der Hilfe von Enzymen und leisten so einen Beitrag zum Nährstoffkreislauf. Mykorrhiza Pilze im Wurzelraum bilden Symbiosen mit Bäumen und unterstützen sie bei der Wasser- und Nährstoffaufnahme.



Habitats

Ein vielfältiger Wald ist ein Mosaik von verschiedenen Lebensräumen und Habitats. Dazu gehören stammzahlreiche Waldgebiete aber auch waldfreie Flächen, Gewässer und vielfältige Kleinstbiotope und Sonderstrukturen.



Pflanzen

Pflanzen im Wald sind Bäume, Sträucher, krautige Pflanzen, Farne und Moose. Sie sorgen für die Bildung von Schichten und schaffen dadurch Strukturen. Pflanzen sind ein wichtiger Indikator für die Naturnähe eines Waldes und erlauben Aussagen über den Wasser- und Nährstoffhaushalt im Boden.



Säugetiere

Die Säugetierarten im Wald umfassen nicht nur die bekannten Schalenwildarten oder Raubarten wie den Fuchs oder die Wildkatze. Der Wald ist auch Lebensraum für zahlreiche Kleinsäuger und Fledermausarten. Diese nutzen Baumhöhlen zur Fortpflanzung oder jagen im Wald nach Insekten.

4.2 Managementindikatoren

Anhand der Managementindikatoren ist es möglich die Habitatverfügbarkeit und -qualität für die zu untersuchenden Biodiversitätsindikatoren zu bestimmen. Der tatsächliche Einfluss auf die Entwicklung dieser Artengruppen kann jedoch nur mit einem entsprechenden Monitoring der Biodiversitätsindikatoren selbst durch SpezialistInnen untersucht werden. Hingegen können Managementindikatoren in der Regel von Forstfachleuten, zum Beispiel im Rahmen eines Waldmonitorings, erhoben werden. Viele Erhebungsparameter des Waldmonitorings beziehen sich auf die Bestandesstruktur und die Bewirtschaftungsintensität, welche zugleich bereits als Managementindikatoren für Maßnahmen zur Förderung und Erhaltung der Biodiversität gelten können.



Abbildung 8: Managementindikatoren dienen der Beurteilung des Vorkommens und der Qualität potentieller Lebensräume und werden in 7 Gruppen zusammengefasst

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht, inwieweit die Managementindikatoren durch die Kriterien und Indikatoren für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung der PEFC - Zertifizierung erfasst werden.

PEFC Kriterien (Regionenzertifizierung) 	entspricht WÖP Maßnahme 
1. Erhaltung und angemessene Verbesserung der Waldressourcen und ihr Beitrag zu globalen Kohlenstoffkreisläufen	
1.3 Altersstruktur und Durchmesserverteilung	
Indikator 1.3.a Ausmaß und Veränderungen der Altersstruktur oder entsprechenden Verteilung der Wuchsklassen	MM1 - Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt MM4 - Förderung von Habitatstrukturen
3. Erhaltung und Stärkung der produktiven Funktionen der Wälder (Holz- und Nichtholzprodukte)	
3.5 Bewirtschaftungsverfahren	MM12 - Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraum-isolierung
4. Erhaltung, Schutz und angemessene Verbesserung der biologischen Vielfalt in Waldökosystemen	
4.1 Vielfalt der Strukturen	
Indikator 4.1.a Baumartenzusammensetzung	MM1 - Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt MM2 - Standortangepasste Baumarten MM4 - Förderung von Habitatstrukturen MM5 - Erhöhung der Baumartenvielfalt
Indikator 4.1.b: Verjüngungstypen	MM1 - Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt MM2 - Standortangepasste Baumarten MM11 - Förderung ungleicher Bestände unter Bestandesschluss
Indikator 4.1.c Naturnähe der Waldfläche (Hemerobie) und Veränderungen	MM5 - Erhöhung der Baumartenvielfalt
Indikator 4.1.d Eingebürgerte Baumarten	MM5 - Erhöhung der Baumartenvielfalt
Indikator 4.1.e Totholzanteil stehend bzw. liegend, getrennt nach Stärke und Qualität und Veränderungen	MM4 - Förderung von Habitatstrukturen MM3 - Förderung der Qualität und Quantität von Totholz MM6 - Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen
Indikator 4.1.f Anteil an strukturierten Beständen an der gesamten Waldfläche (einschichtig, zweischichtig und mehrschichtige Bestände)	MM1 - Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt MM4 - Förderung von Habitatstrukturen MM11 - Förderung ungleicher Bestände unter Bestandesschluss
Indikator 4.1.g Fragmentierung (durch Straßen, Bahn, etc.) und Korridore (Windschutzgürtel, Hecken, etc.)	MM12 - Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraum-isolierung
Indikator 4.1.h Randlinien (innerhalb des Waldes und zwischen Wald und Nichtwaldflächen)	MM7 - Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene
Indikator 4.1.i Anteil älterer Waldbestände, Überhälter	MM4 - Förderung von Habitatstrukturen MM6 - Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen MM10 - Förderung alter Bestände
Indikator 4.1.j Anteil von Sträuchern im Bestand	MM4 - Förderung von Habitatstrukturen
Indikator 4.1.k Wildbiologische Vielfalt	MM1 - Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt MM13 - Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten
4.2 Gefährdete Arten und Lebensraumtypen	
Indikator 4.2.a Anzahl gefährdeter Arten sowie Veränderung	MM13 - Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten
4.3 Schutz- und Nutzung von forstlichen Ressourcen	
Indikator 4.3.a Flächen und Veränderungen der Flächenanteile von Beständen, die für Schutz und Nutzung von forstgenetischen Ressourcen (Generhaltungswälder, Saatguterntebestände etc.) bewirtschaftet werden	MM5 - Erhöhung der Baumartenvielfalt





5. Maßnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in österreichischen Wäldern

5.1 Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt

Klimafit



Mehrschichtiger Waldbestand

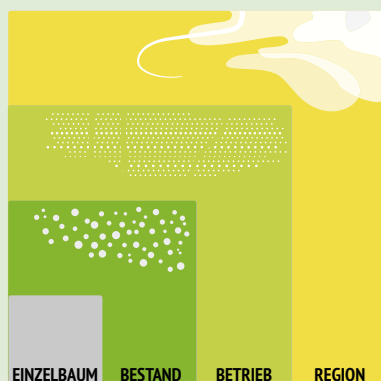
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Verjüngung • Deckung des Unterwuchses • Vegetationsvielfalt • Baumartenzusammensetzung • Totholzvolumen • Mikrohabitate • Überschirmungsgrad • Kronenschlussgrad • Baumhöhe • Grundfläche • Durchmesserverteilung • Bestandes- und Baumalter • Waldfläche • Bestockung • Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen • Bewirtschaftungsintensität •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Die vertikale und horizontale Strukturvielfalt beschreibt die heterogene Ausformung von Waldbeständen und Waldlandschaften und bezieht sich auf die Vegetationsschichten (Kraut-, Strauch-, Baumschichten) und die Mischungsformen von Baumarten und Altersklassen (z.B. Mischung einzelbaum-, gruppen-, oder bestandesweise). Sie dient der Etablierung von vielfältig strukturierten Wäldern mit Bäumen verschiedener Dimensionen in unterschiedlichen Entwicklungsphasen. Die Strukturvielfalt ist abhängig von der Seehöhe, der Waldgesellschaft und Bewirtschaftungsform.

Auswirkungen auf Biodiversität

Die Förderung mehrschichtiger strukturreicher Wälder wirkt sich positiv auf die Artenvielfalt aus, denn die unterschiedlichen Dimensionen, Altersklassen und die Verteilung der Bäume im Raum, in Verbindung mit Bestandeslücken, sorgen für ein mosaikartiges Waldgefüge. Von den vielfältigen Strukturen und dem ungleichmäßigen Lichteinfall profitieren verschiedenste Artengruppen, z.B. Insekten- und Vogelarten, und aufkommende Pioniergehölze.

Anwendung und Umsetzung

Die „Schaffung horizontaler und vertikaler Strukturvielfalt“ bezieht sich auf Maßnahmen, die auf Bestandes-, Betriebs- und regionaler Ebene umsetzbar sind. Durch differenzierte waldbauliche Maßnahmen kann der Wandel von artenarmen, einschichtigen Beständen hin zu strukturierten, stabilen Wäldern auf Landschaftsebene realisiert werden (siehe auch 4.7 Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene). Soweit vorhanden und im Hinblick auf den Klimawandel klimatisch geeignet, kann bei der Begründung die aufkommende Verjüngung genutzt werden. Pioniergehölze sollten ebenfalls belassen werden. Die Einbringung von Mischbaumarten durch Aufforstungen bzw. Ergänzungspflanzungen kann in Form von Baumgruppen erfolgen. Dabei sind standortsgerechte Baumarten aus herkunftsgesichertem Saat- oder Pflanzgut zu verwenden. Zum Schutz verbissanfälliger Arten ist eine Wildbestandsregulierung nötig. Eine kräftige Stammzahlreduktion innerhalb der ersten Pflegephasen trägt zur Stabilisierung der Bestände bei. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Strukturvielfalt intensiv untersucht. Die Anzahl an einschlägigen Forschungsarbeiten ist hoch.

Beispiel 1:

Ein Nebeneinander verschiedener Altersklassen fördert die Vielfalt an Vogelarten

Strukturreiche Wälder weisen eine wesentlich höhere Zahl von Vogelarten auf als einschichtige und geschlossene Fichten- oder Buchenbestände. Der Sperlingskauz (*Glaucidium passerinum*) gilt als guter Indikator für artenreiche Vogelgemeinschaften, da er auf eine hohe vertikale und horizontale Strukturierung der Wälder angewiesen ist ⁴.



Abbildung 9: Strukturreicher Buchenwald mit aufkommender Verjüngung

Beispiel 2:

Unterschiedliche Durchmesser- und Altersklassen steigern die Vielfalt an Käferarten

Die Bestandesstruktur eines Waldes hat einen nachgewiesenen Einfluss auf bodenlebende Käfergemeinschaften. Um wichtige Wald-Käfergemeinschaften und damit die Ökosystemfunktionen eines Waldbestandes sowie die erbrachten Dienstleistungen zu schützen, wird empfohlen eine strukturelle Vielfalt (in Bezug auf Durchmesser- und Altersklasse) zu etablieren, wie in diesem montanen Fichten-Tannen-Buchenwald ⁵.



Abbildung 10: strukturreicher montaner Fichten-Tannen-Buchenwald

Infobox Rotbuchenwälder

Die Rotbuche zeichnet sich durch ihre enorme Schattentoleranz, eine große Kronenplastizität und langanhaltende Höhen- und Volumenzuwächse aus. Aufgrund dieser Eigenschaften ist sie den meisten Mischbaumarten auf Dauer überlegen und neigt zur Bildung von Reinbeständen. Untersuchungen von Wachstum, Behandlung und Ertrag der Rotbuche in Reinbeständen haben gezeigt, dass die Buche den größten Wertholzanteil in einschichtigen Beständen erreicht. Für die Erziehung mehrschichtiger Bestände sprechen hingegen eine Erhöhung des Strukturreichtums, die Förderung der Stabilität der Bestände, die Erhöhung der Artendiversität und die mögliche Übernahme der auflaufenden Verjüngung. Hinzu kommen ökonomische Vorteile hinsichtlich einer breiteren Risikostreuung ⁶.

5.2 Standortangepasste Baumartenwahl

Klimafit



Laubmischwald

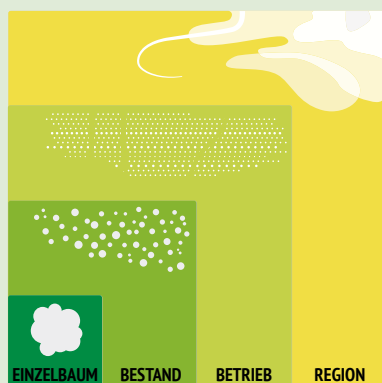
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Verjüngung • Vegetationsvielfalt • Anteil an Laubholz • Anteil an heimischen Arten • Anteil an Nadelholz • Baumartenzusammensetzung • Baumartenvielfalt • Altbäume/ Baumveterane/ Habitatbäume • Bestandesdiversität •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Eine standortangepasste Baumartenwahl zielt auf die Entwicklung oder Wiederverjüngung vielfältiger, anpassungsfähiger und produktiver Wälder ab. Das bedeutet, die verwendeten Baumarten sind an die bisherigen und die erwarteten zukünftigen klimatischen und standörtlichen Gegebenheiten vor Ort angepasst.

Auswirkungen auf Biodiversität

Die Verjüngung oder Pflanzung standortangepasster Baumarten aus gesicherten Herkünften erhöht die Stabilität und den Zuwachs von Waldbeständen insbesondere unter dem Aspekt des Klimawandels. Nur auf geeigneten Standorten können Bäume ihr volles Wachstumspotenzial ausschöpfen.

Anwendung und Umsetzung

Eine „standortangepasste Baumartenwahl“ kann auf Einzelbaum-, Bestandes-, Betriebs-, oder regionaler Ebene angewandt werden. Die Verjüngung von Waldbeständen erfolgt entweder durch die Nutzung der natürlich aufkommenden Verjüngung oder künstlich über Pflanzung oder Saat. Die wichtigste Grundlage zur Auswahl geeigneter Baumarten ist die Kenntnis des Standortpotenzials. Dieses wird im Wesentlichen durch die Exposition der Fläche, die Wasser- und Nährstoffversorgung, die Ausgangsbestockung und vor allem das Klima beeinflusst. Standorte mit ähnlichen klimatischen und geologischen Gegebenheiten sind zu forstlichen Wuchsgebieten zusammengefasst. Die potentielle natürliche Vegetation, also die Vegetation, die sich ohne den Einfluss des Menschen vermutlich entwickelt hätte, kann heute nur noch bedingt zur Baumartenwahl genutzt werden. Vielmehr sollten auf Bestandes- und Landschaftsebene verschiedene heimische und nicht-heimische Nadel- und Laubbaumarten vertreten sein, um das Risiko eines möglichen Ausfalls im Klimawandel zu reduzieren und vielfältige Habitate für Flora und Fauna bereitzustellen. In den letzten 25 Jahren wurde der Einfluss der standortangepassten Baumartenwahl auf die Biodiversität wenig untersucht. Es existiert bisher nur eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 3:

Einbringung von klimawandelangepassten Baumarten

Zur Erhöhung der Biodiversität wird eine Förderung von standortangepassten Mischbaumarten empfohlen. Unter den sich verändernden Klimabedingungen zeigt sich insbesondere in fichtendominierten Wäldern die Bedeutung einer aktiven Bewirtschaftung, insbesondere durch die Durchführung von Anpassungsmaßnahmen. Durch das Einbringen und Fördern von Mischbaumarten können langfristig nicht nur Schäden dezimiert, sondern auch stabile Bestände erzielt werden. Auch wirkt sich eine steigende Baumartenvielfalt positiv auf die Biodiversität und damit die Qualität der Ökosystemleistungen aus ^{7,8}.

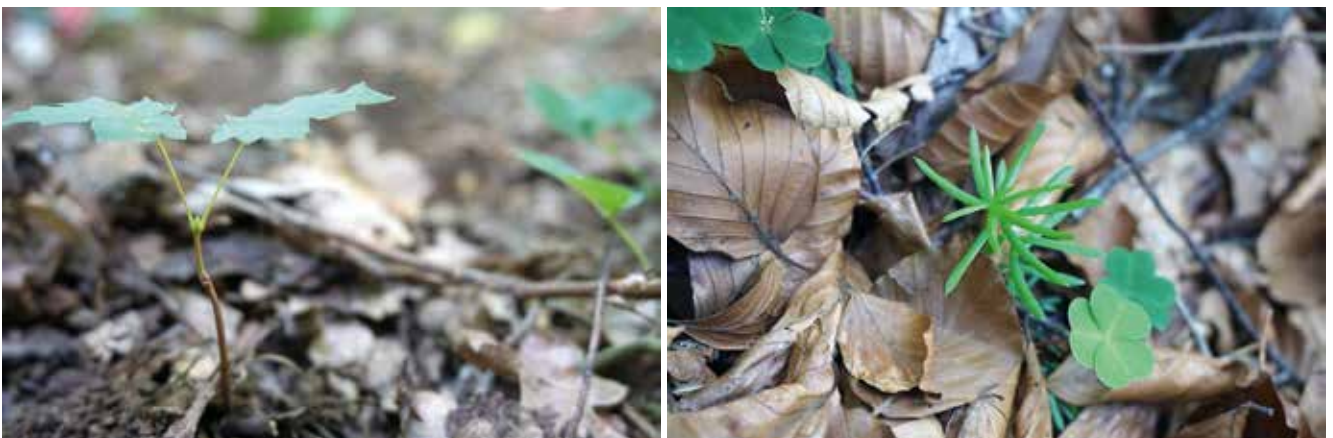


Abbildung 11: Die Förderung standortangepasste Mischbaumarten erhöht nicht nur die Vielfalt, sondern auch die Stabilität der Waldbestände

Infobox Baumartenwahl

Die Reaktion der Wälder auf Bedrohungen durch den Klimawandel hängen stark von der Herkunft, dem Verjüngungspotenzial und der Zusammensetzung der Baumarten ab. Die Verwendung gut angepasster Baumarten und Herkünfte an die veränderten Klimabedingungen ist eine akzeptierte Anpassungsmaßnahme. Durch gezielte Aufforstungen bzw. Ergänzungen auf Kalamitätsflächen können besser geeignete Baumarten gefördert werden. Ein Verbißschutz/Kulturschutz wird empfohlen.

Nicht-heimische Baumarten wie Douglasie oder Roteiche können eine Möglichkeit zur Anpassung der Wälder an die klimawandelbedingten Veränderungen und vermehrt auftretenden Trockenperioden darstellen. Bei der Einführung nicht-heimischer Baumarten muss unbedingt eine Risikobeurteilung durchgeführt werden. Auf die Verwendung nicht-heimischer invasiver Baumarten, wie Robinie oder Eschen-Ahorn, sollte in sensiblen Ökosystemen verzichtet werden.

5.3 Förderung der Qualität und Quantität von Totholz



Stehendes Totholz im Wald

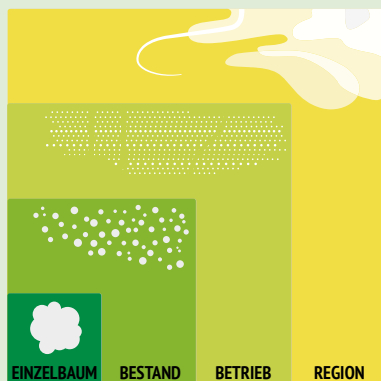
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Totholz-Zersetzungsgrad • Totholz-Dimension • Totholz-Diversität • Totholzvolumen • liegendes Totholz • stehendes Totholz • Grundfläche • Bestockung • Bewirtschaftungsintensität • Eingriffsstärke •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Totholz hat eine große Bedeutung für die Biodiversität im Wald und ist die Lebensgrundlage einer Vielzahl von Pflanzen, Tierarten und Pilzen. Die Quantität von Totholz wird ausgedrückt in Volumen pro Hektar oder der Anzahl an Bäumen pro Hektar. Die Qualität des Totholzes definiert sich über die Dimension, den Zersetzungsgrad, die Baumart und den Totholztyp. Totholz wird in liegendes und stehendes Totholz sowie Stöcke unterschieden. Letztere machen den Großteil der Totholzmenge in bewirtschafteten Wäldern aus. Das Vorhandensein von Totholz hängt von vielen dynamischen Prozessen ab (z.B. der Zersetzungsrate) und variiert je nach Seehöhe, Waldgesellschaft und Bewirtschaftungsform und -entwicklungsphase.

Auswirkungen auf Biodiversität

Das Belassen von Biotopbäumen, Alt- und Totholz unterschiedlicher Zerfallsphasen führt zu einer Anreicherung des Totholzvolumens im Bestand und verbessert die Nährstoffverfügbarkeit und die Wasserspeicherkapazität. Einige Vogelarten und Kleinsäuger aber auch unzählige Insektenarten wie der Alpenbock (*Rosalia alpina*), sind auf eine ausreichende Menge und einen regelmäßigen Eintrag von Totholz angewiesen. Sie sorgen für die Zersetzung des Holzes und den Wiedereintrag von Nährstoffen in den Waldboden. Auf Standorten mit hohen und langen Schneelagen sowie auf stark vergrasteten Standorten bietet Totholz eine gute Voraussetzung für die Keimung und Etablierung von Verjüngung.

Anwendung und Umsetzung

Elemente zur Anreicherung von Totholz im Wald sind Habitatbäume, Altholzinseln, Baumveteranen und stehendes sowie liegendes Totholz. Dort, wo aus phytosanitären Gründen und aufgrund der Verkehrssicherungspflicht nichts dagegenspricht, sollen Habitatbäume vor der Endnutzungsphase markiert und dauerhaft der natürlichen Entwicklung überlassen werden. Habitatbäume sind bevorzugt in Gruppen auszuweisen, um das Gefahrenpotenzial und Randeffekte zu mindern und so die Entwicklung von Altholzinseln zu fördern. Laubholz ist bei der Auswahl besonders zu berücksichtigen. Natürlich entstandenes Totholz (Bäume in der Zerfallsphase, Blitzschlag- und einzelne Sturmwurf-bäume) und Resthölzer nach Durchforstungsmaßnahmen (Reisig, Baumrinde, Baumstümpfe) verbleiben im Wald. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Förderung von Totholz intensiv untersucht. Die Anzahl an einschlägigen Forschungsarbeiten ist hoch.

Beispiel 4:

Verschiedene Zersetzungsgrade von Totholz schaffen unterschiedliche Lebensräume

Durch das Belassen einzelner Bäume können totholzbewohnende Arten gefördert werden, die auf den natürlichen Zerfallsprozess und insbesondere verschiedene Zersetzungsstufen angewiesen sind. Viele dieser Arten sind als gefährdet eingestuft, wie beispielsweise der Alpenbockkäfer. Ihm wird häufig zum Verhängnis, dass er für die Eiablage frisches Buchen-Totholz bevorzugt, was danach als Brennholz entnommen wird. Nach Möglichkeit empfiehlt sich daher, die Holzernte auf den Zeitraum außerhalb der Eiablage (ab September bis Juli) zu beschränken^{9–11}.



Abbildung 12: Alpenbock (*Rosalia alpina*) auf liegendem Buchen-Totholz

Infobox

Erhebungsmethode für den Zersetzungsgrad von Totholz

Der Zersetzungsgrad gibt Aufschluss darüber, wie morsch Holz ist. Verschiedene totholzbewohnende Arten bevorzugen unterschiedlich morsches Holz. Den Grad der Zersetzung kann man anhand der Holzfestigkeit einstufen und leicht mit Hilfe eines Taschenmessers bestimmen. Das Messer wird einmal längs und einmal quer zur Wuchsrichtung in das Totholz gestochen. Dringt es in keine der beiden Richtungen ein, so ist das Totholz am Beginn der Zersetzung, dringt es längs, aber nicht quer ein, so ist es fortgeschritten zersetzt. Dringt das Messer in beide Richtungen leicht in das Holz ein, ist es bereits stark zersetzt (siehe Anleitung).

1 frisch tot Völlig unzersetzt; abgebrochene frische Äste oder andere Baumteile; falls noch Wurzelkontakt mit Boden -> keine grünen Assimilationsorgane mehr vorhanden	
2 beginnende Zersetzung saftlos, fest; das Messer dringt in Faserrichtung nur sehr schwer ein.	
3 fortgeschrittene Zersetzung weniger fest; das Messer dringt in Faserrichtung leicht ein, nicht aber quer	
4 stark zersetzt weich; das Messer dringt in jeder Richtung leicht ein.	
5 sehr stark zersetzt sehr locker oder pulverig; kaum noch zusammenhängend; Durchmesser aber noch eindeutig messbar	

5.4 Förderung von Habitatstrukturen



Waldtümpel

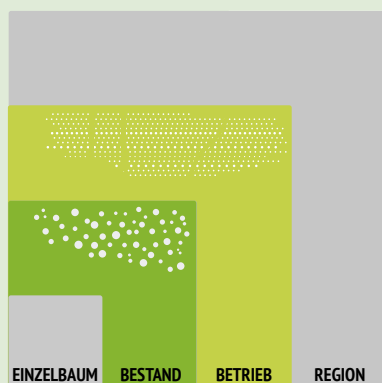
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Stehendes Totholz • Astigkeit • Höhlen • Mikrohabitate • Gewässer • Grundfläche • Durchmesser- und Baumalter • Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Unter Habitatstrukturen werden verschiedene Kleinstlebensräume im Wald und der umgebenden Landschaft zusammengefasst. Dazu gehören Baummikrohabitate, wie Baumhöhlen, aber auch Wurzelteller, Feucht- und Trockenbiotope, Asthaufen, Blockhalden, Steinhaufen und Steinwälle. Sie erhöhen die strukturelle Vielfalt und bieten Lebensraum für zahlreiche Organismen. Habitatstrukturen können innerhalb von Beständen, aber auch auf Landschaftsebene auftreten und sollten in ihrer dynamischen Gesamtheit erhalten und nicht beeinträchtigt werden.

Auswirkungen auf Biodiversität

Als wertvolle Elemente im Wald und in der Landschaft tragen Habitatstrukturen zum Erhalt der Artenvielfalt und zu einem kontinuierlichen Biotopverbund bei. Für einige, teilweise streng geschützte Arten sind sie Brutstätte und Rückzugsort. So nutzen Vögel und Kleinsäuger Höhlen, Spalten und Risse an alten Bäumen (Habitatbäume) zur Fortpflanzung. Auch Baumpilze, Flechten und Moose bilden Mikrohabitate für zahlreiche Kleinstlebewesen. Amphibien wie der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) benötigen Kleinstgewässer zum Ablachen und Reptilien, die sich als wechselwarme Tiere bevorzugt auf sonnigen Freiflächen aufhalten, finden in Asthaufen, Steinhaufen und Steinwällen Deckung vor Greifvögeln.

Anwendung und Umsetzung

Vorhandene Strukturen sollten im Zuge einer naturbasierten Waldbewirtschaftung erhalten bleiben. Dort wo sie fehlen können sie aktiv eingerichtet werden, beispielsweise durch die künstliche Anlage von Steinwällen, Steinhaufen, Asthaufen, Waldtümpeln, Nistkästen und Teichen. Auch kleine Maßnahmen, wie die Gestaltung von Sitzwarten für Ansitzjäger wie den Habicht (*Accipiter gentilis*), sind sinnvoll. Die ökologisch wertvollen Waldinnen- und Außenränder sind ein bedeutsamer Lebensraum für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten, ebenso wie Blühstreifen, die bevorzugt von Vogelarten wie der Dorngrasmücke (*Sylvia communis*) genutzt werden. In den letzten 25 Jahren wurde der Einfluss der Förderung von Habitatstrukturen auf die Biodiversität wenig untersucht. Es existiert bisher nur eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 5:

Der C-Falter

Für viele seltene Arten, wie den C- Falter (*Polygonia c-album*), ergeben sich durch die besonderen Bedingungen an Forststraßen wertvolle Sekundärlebensräume. Als licht- und wärmeliebende Art bevorzugt er offene Saumbiotope und hält sich daher häufig an Forststraßen auf.



Abbildung 13: Der C-Falter (*Polygonia c-album*)

Beispiel 6:

Praxisbeispiel: Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität im Forstbetrieb Schenker

In niederschlagsreichen Gebirgsregionen kann die Biodiversität im Wald durch Drainagierung und Verlangsamung des Abflusses in Versickerungsmulden abgeleitet werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Anlage von Teichen, die das Wasser auffangen und dann als Verdunstungsflächen dienen. An diesen Teichen siedeln sich hygrophile Tier- und Pflanzenarten, wie Alpenmolch, Erdkröte und verschiedene Binsengewächse, an.

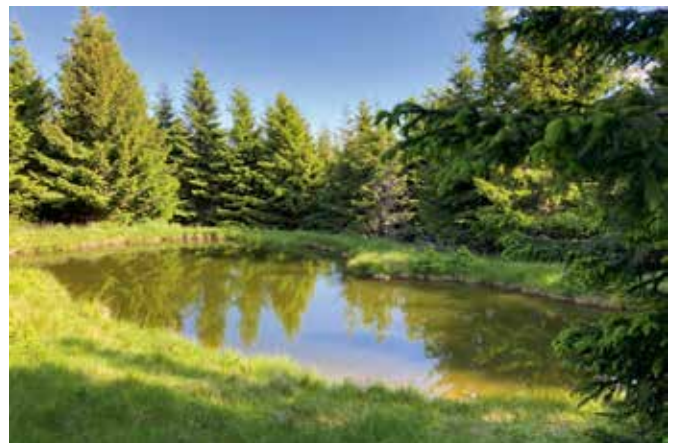


Abbildung 14: Künstliche Teichanlage im Forstbetrieb Schenker zur Förderung von Amphibien

Infobox

Habitatstrukturen an Forststraßen

An Forststraßen kann durch ein nachhaltiges und integriertes Management eine biodiversitätsfreundliche Gestaltung und Pflege erfolgen. Eine Möglichkeit, um die Biodiversität an Forststraßen zu erhalten, ist beispielsweise die Anlage von Waldrandbuchten (2-3 Stück pro Kilometer), in denen sich die Vegetation unbeeinflusst entwickeln kann. Tümpel und Kleinstgewässer in straßennahen Bereichen sind grundsätzlich positiv und werden gerne von Amphibien besiedelt. Darüber hinaus fördert eine strukturreiche Waldinnenrandgestaltung die Artenvielfalt.

5.5 Erhöhung der Baumartenvielfalt

Klimafit



Mischwald

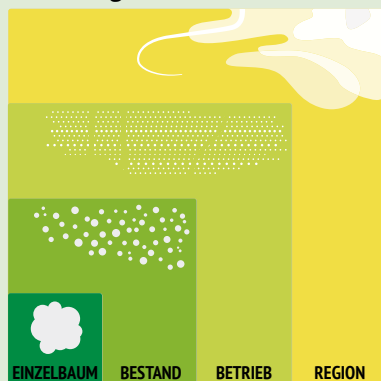
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Vegetationsvielfalt • Baumartenzusammensetzung • Baumartenvielfalt • Bestandesdiversität • Bewirtschaftungsmethode •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Wälder mit einer großen Vielfalt an Baumarten sind widerstandsfähiger gegenüber dem Klimawandel und können sich besser an erwartete zukünftige Veränderungen anpassen. In Österreich beträgt aktuell der Anteil an Nadelholz 61,4% gegenüber dem Anteil an Laubholz 24,5% (die übrigen 14,1% entfallen auf Blößen und Strauchflächen), seit den 1980er Jahren lässt sich ein stetig anhaltender Trend hin zur Zunahme von Laub- und Nadelmischwäldern und einer Abnahme von Nadelholzreinbeständen feststellen. Die Baumartenvielfalt ist abhängig von den vorherrschenden Standortbedingungen, der Höhenlage und Exposition.

Auswirkungen auf Biodiversität

Mischwälder sind nicht nur artenreicher, sondern auch weniger anfällig für großflächige Schadereignisse, wie Windwurf, Schneebruch und Insektenkalamitäten. Sie sind anpassungsfähiger und können langfristig besser auf die bevorstehenden klimatischen Veränderungen der nächsten Jahrzehnte reagieren. Dies führt sowohl ökologisch, aber auch ökonomisch zu einer besseren Risikoverteilung. Mit unterschiedlichen Dimensionen und Kronen bieten Sie meist vielfältige Lebensräume für verschiedene Organismengruppen.

Anwendung und Umsetzung

Die „Erhöhung der Baumartenvielfalt“ kann auf Einzelbaum-, Bestandes-, Betriebs- und Regionenebene umgesetzt werden. Die verstärkte Bewirtschaftung von Mischwäldern bedingt vorausschauendes und zukunftsgerichtetes waldbauliches Handeln. Das Potenzial gut mit Nährstoffen und Wasser versorgter Standorte sollte durch eine Aufforstung mit anspruchsvollen Laub- oder Nadelbaumarten genutzt werden, bei Begründung und Pflege sind jedenfalls die standörtlichen Konkurrenzverhältnisse zu beachten. Innerhalb von Beständen sollten Kleinststandorte (z.B. Unter-, Mittel-, Oberhang) mit geeigneten Mischbaumarten ausgenutzt werden. Mischbestände sollten vor allem durch Baumgruppen mit Größen von 400 - 2500 m² begründet werden, nicht mit Einzelmischungen. Wo durch Aufforstung oder Verjüngung bereits eine breite Baumartenmischung anzutreffen ist, sollten schon ab der Jungwuchsphase rechtzeitige Eingriffe und Pflegemaßnahmen und eine kontinuierlichen Mischwuchsregulierung durchgeführt werden. Lichtbaumarten müssen durch eine selektive Freistellung gefördert werden. Für Verbiss anfällige Baumarten ist die Sicherung durch Einzel- oder Flächenschutz in Verbindung mit einem angepassten Wildmanagement nötig. Im Zuge der Endnutzung können Samenbäume geeigneter Baumarten als Überhälter belassen werden, um die Verjüngung der jeweiligen Art auch zukünftig zu gewährleisten. In den letzten 25 Jahren wurde der Einfluss der Erhöhung der Baumartenvielfalt auf die Biodiversität wenig untersucht. Es existiert bisher nur eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 7:

Baumartenvielfalt schafft Habitate

Waldbestände, die sich aus verschiedenen Baumarten zusammensetzen, sind weniger anfällig gegenüber abiotischen und biotischen Störungen. Darüber hinaus wirkt sich eine hohe Baumartenvielfalt auf regionaler Ebene positiv auf das Vorkommen und die Vielfalt an Baum-Mikrohabitaten aus ^{12,13}.



Abbildung 15: Baumartenmischung sorgt für Stabilität und verringert Schäden durch abiotische und biotische Störungen

Beispiel 8:

Baumartenvielfalt erhöht Pilzvielfalt

Die Baumartenvielfalt beeinflusst die Entwicklung verschiedener Gemeinschaften von Makropilzen. Die Anzahl holzersetzender Makropilze steigt mit der Anzahl an vorkommenden Baumarten auf Bestandesebene ¹⁴.



Abbildung 16: Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*)

Beispiel 9:

Herkunftssicherheit

Qualitativ hochwertiges Saat- und Pflanzgut ist die Basis für die Leistungsfähigkeit von Wäldern. Minderwertiges oder nicht geeignetes Vermehrungsgut kann zu Zuwachsverlusten, Einbußen bei der Holzqualität und zu einem Verlust von Stabilität und Vitalität führen. Dort wo nicht auf die natürliche Verjüngung zurückgegriffen werden kann ist die Auswahl von herkunftsgerechtem Saat- und Pflanzgut somit ein entscheidendes Kriterium für gesunde, resistente und stabile Waldbestände.



Abbildung 17: Qualitativ hochwertiges Saat- und Pflanzgut

5.6 Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen



Habitatbaum

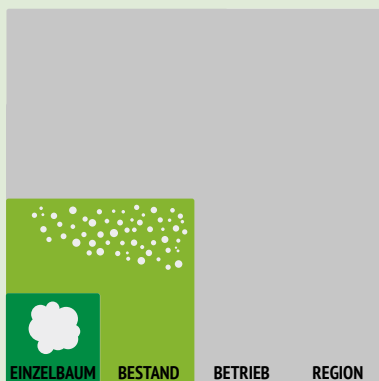
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Stehendes Totholz • Höhlen •
Mikrohabitate • Altbäume/Baumveteranen/
Habitatbäume • Grundfläche •
Durchmesser- und Bestandes-
verteilung • Baumalter • Bestandesdiversität •
gering oder unbewirtschaftete Flächen •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Habitatbäume sind lebende oder tote Bäume mit besonderen Kleinstlebensräumen oder Strukturen. Sie können verschiedene Arten von Höhlen, Faulstellen, grobe Äste, Risse, Spalten, Zwiesel, Rindenverletzungen, Moos- oder Flechtenbewuchs aufweisen, oder eine seltene Baumart im umgebenden Wald sein. Veteranenbäume sind älter als der Rest des Bestandes. Sie bieten Lebensraum und werden einer natürlichen Entwicklung überlassen. Die Erhaltung von Habitatbäumen oder Veteranenbäumen erhöht den Lebensraumvielfalt eines Bestandes erheblich.

Auswirkungen auf Biodiversität

Das Belassen von Habitat- und Veteranenbäumen ist für den Erhalt und die Förderung lebensraumtypischer Artengemeinschaften und die Schaffung von Strukturen im Wald sehr bedeutsam. Diese begünstigen nicht nur das Vorkommen seltener Vogelarten, sondern auch gefährdeter Arten wie dem Juchtenkäfer (*Osmoderma eremita*). Dieser bewohnt Mulmhöhlen in alten Laubbäumen und gilt als Schirmart, stellvertretend für andere Organismen mit ähnlichen Lebensraumansprüchen. Das bedeutet, durch den Schutz des Juchtenkäfers werden gleichzeitig viele andere Arten gefördert. Weiterhin können Habitat- und Veteranenbäume überproportional lang zur Samenproduktion und Waldverjüngung beitragen.

Anwendung und Umsetzung

Der „Schutz und Erhalt von Baumveteranen und Habitatbäumen“ kann auf Einzelbaum- und Bestandesebene umgesetzt werden. Da Bäume im Wirtschaftswald deutlich vor ihrer natürlichen Altersgrenze geerntet werden fehlt die natürliche Zerfallsphase. Dem Wald wird dadurch ökologisches Kapital entzogen. Einzelne Bäume oder Habitatbaumgruppen sollten deshalb kurz vor der Zielstärkennutzung dauerhaft markiert und anschließend ihrer natürlichen Entwicklung überlassen werden. Zumindest dort, wo keine phytosanitären Probleme zu erwarten sind oder verkehrssicherungstechnische Auflagen dagegensprechen. Bei Lichtbaumarten wie der Eiche ist eine Freistellung zu ihrem Erhalt weiterhin nötig. Umgestürzte Habitatbäume können als liegendes Totholz im Wald verbleiben. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Schutz und Erhalt von Habitatbäumen und Baumveteranen häufig untersucht. Es existiert eine fundierte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 10:

Mit Wasser gefüllte Astlöcher als vielfältiges Mikrohabitat

Mit Wasser gefüllte Baumlöcher stellen Lebensräume für Insektenlarven und andere Wasserorganismen (Bakterien und Nematoden) im Wald dar. Das Belassen von Habitatbäumen ist daher eine wichtige Maßnahme auf Bestandesebene um die Vielfalt an Insektengemeinschaften zu erhalten und zu fördern ¹⁶.



Abbildung 18: Ein mit Wasser gefülltes Astloch stellt ein besonderes Mikrohabitat für aquatisches Kleinstlebewesen dar

Beispiel 11:

Flechten als Mikrohabitate für Spinnen

Baummikrohabitate, wie beispielsweise ein Flechtenbewuchs fördern die Biodiversität. So wird beispielsweise ein Zusammenhang des Artenreichtums von Flechten und Spinnen aus funktionellen Gründen auf Fichtenzweigen festgestellt. Mehr Flechtenarten bedeuten eine vielfältigere Spinnengemeinschaft ¹⁷.



Abbildung 19: Ein Flechtenbewuchs an Fichtenzweigen fördert die Spinnenvielfalt

Infobox Baum-Mikrohabitate

Baum-Mikrohabitate sind von hoher ökologischer Bedeutung, da sie vielen Artengruppen, wie Vögeln, Insekten und Säugetieren einen Lebensraum bieten ¹⁵. Daher ist z.B. die „Erhöhung des Anteils an Habitatbäumen“ eine effektive Maßnahme zur Förderung der Biodiversität. Gemessen werden kann diese mit Hilfe der Anzahl an Habitatbäumen pro Hektar (Managementindikator). Steigt diese in den nächsten Jahren, erhöht sich der potentielle Lebensraum für die genannten Artengruppen. Der tatsächliche Status der Arten selbst kann jedoch nicht mit einem Monitoring der Habitatbäume (Managementindikator), sondern erst mit einem Monitoring der einzelnen Arten (Biodiversitätsindikator) erfasst werden.

5.7 Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene



Strukturen auf Landschaftsebene

Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Deckungsgrad des Unterwuchses • Vegetationsvielfalt • Totholzvolumen • stehendes Totholz • Überschirmungsgrad • Grundfläche • Distanz zum Waldrand • Bestandes- und Baumalter • Bestockung • Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen • Forststraßenbreite • Erntemethode • Bewirtschaftungsintensität • Bewirtschaftungsmethode • Eingriffsstärke •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Auf der Ebene der Landschaft bezieht sich die strukturelle Vielfalt auf die mosaikartige Zusammensetzung von Wäldern, Waldrändern, Baumarten, Altersklassen, Entwicklungsstadien und Landschaftsformen. Auch Lücken mit geringer Waldbedeckung, Waldweiden und Lichtungen gehören dazu. Landschaftsstrukturen können sowohl durch natürliche Prozesse als auch durch kulturhistorische Wirtschaftsformen entstanden sein.

Auswirkungen auf Biodiversität

Unterschiedliche Landschaftsstrukturen wie Hecken, Streuobstwiesen, Solitäräume, Waldränder, Fließ- und Stillgewässer sind Lebensräume für verschiedene Arten und dienen in der Natur gleichzeitig als Trittsreinbiotope. Als grüne Infrastruktur verbinden sie größere Habitate wie Schutzgebiete miteinander und verbessern so die Ausbreitung von Populationen und deren Genpool. In einer strukturreichen Landschaft kommt es zu einer höheren Nischenvielfalt, welche den Ansprüchen einer Vielzahl verschiedener Lebensgemeinschaften gerecht wird und zum Erhalt der Biodiversität beiträgt.

Anwendung und Umsetzung

Die „Schaffung von räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene“ kann auf Betriebs- und Regionenebene umgesetzt werden. Um vorhandene Strukturen zu erhalten und neue Strukturen zu schaffen kommt es vor allem auf die Förderung und Berücksichtigung bei der Bewirtschaftung an. Entscheidend dafür ist auch die Wahl der Bewirtschaftungsmethode und einer angepassten Bewirtschaftungsintensität. Landschaftsstrukturen im Wald sind vor allem Waldränder, Bachläufe, Kleinstgewässer, Moore, Habitatbäume, Baumveteranen, Waldweiden, Sonderbiotope oder historische Waldstandorte. Diese sollten bei der Bewirtschaftung bewahrt werden. Innerhalb reiner Waldlandschaften bzw. geschlossener Waldgebiete kann Strukturvielfalt auf Landschaftsebene durch Bestände in unterschiedliche Altersklassen und Waldentwicklungsstufen sowie mit unterschiedlichen Bestockungen gewährleistet werden. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema räumliche Strukturvielfalt intensiv untersucht. Die Anzahl an einschlägigen Forschungsarbeiten ist hoch.

Beispiel 12:

Berücksichtigung der Konnektivität auf Landschaftsebene

Da Wälder die biodiversitätsreichste Landbedeckungsform darstellen, sind auf Landschaftsebene Verbindungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Waldgebieten, wie beispielsweise Trittsteinbiotope und Korridore, zu berücksichtigen. Eine vielfältige, naturnahe Landschaftsstruktur ermöglicht sowohl die nachhaltige Waldbewirtschaftung als auch die Erhaltung der Biodiversität im Wald ²⁰.



Abbildung 20: Eine vielfältige Landschaftsstruktur bietet zahlreichen Arten Lebensraum und verbindet die verschiedenen Lebensräume miteinander

Infobox

Trittsteinbiotope als Elemente der Strukturvielfalt auf Landschaftsebene

Der Zustand der Biodiversität ist sowohl vom Zustand eines Waldökosystems als auch von der Vernetzungsmöglichkeit mehrerer Waldökosysteme abhängig. Zur Schaffung räumlicher Strukturvielfalt auf Landschaftsebene sind daher die Erhaltung, die Wiederherstellung und die Verbesserung der Lebensraumvernetzung essentielle Aspekte. Die Vernetzungen sind die Basis für ökologische Prozesse wie Genfluss und Migration. Gebiete können wiederbesiedelt oder neue geeignete Lebensräume gefunden werden. Insbesondere kleinflächige Trittsteinbiotope und Korridore können als Refugien für viele Arten dienen ¹⁸. Sie erhöhen die Ausbreitungsmöglichkeiten von Arten mit einer begrenzten Ausbreitungsfähigkeit ¹⁹. Dabei sind einerseits die räumliche Vernetzung (Distanzen, Biotopgröße) sowie andererseits die passende funktionale Ausstattung der Flächen (Lebensraumqualität) zu berücksichtigen.

5.8 Reduzierung des Unterwuchses



Aufkommender Unterwuchs unter lichthem Bestandesschirm

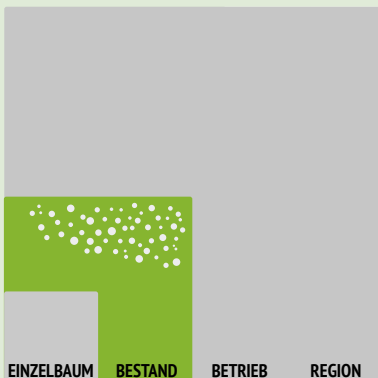
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Deckungsgrad des Unterwuchses •
Totholzvolumen • stehendes Totholz •
Mikrohabitate • Grundfläche •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Das Aufkommen und die Zusammensetzung der krautigen Vegetation (Gräser, Farne, Blütenpflanzen) wird vor allem von den Standortbedingungen, dem Lichteinfall und dem atmosphärischen Schadstoffeintrag beeinflusst. Der Strukturreichtum vielschichtiger Bestände wirkt sich allgemein positiv auf die Biodiversität aus. Zur Förderung der Verjüngung und bestimmter Arten kann es jedoch partiell sinnvoll sein, den Unterwuchs durch gezielte Jungwuchsregulierung zu verringern.

Auswirkungen auf Biodiversität

Ein vielfältiger Unterwuchs hat zahlreiche positive Auswirkungen auf das Waldökosystem und wirkt mitunter als natürlicher Verbißschutz. Einige im Wald jagende Fledermausarten wie das Große Mausohr (*Myotis myotis*) bevorzugen jedoch hallenwaldartige, einschichtige Bestände mit wenig Unterwuchs und niedriger Stammzahl. Sie jagen in bodennahen Bereiche nach flugunfähigen Laufkäfern. Auch der Waldlaubsänger (*Phylloscopus sibilatrix*) bevorzugt Hochwälder mit gering ausgeprägter Strauchschicht. Eine Reduzierung des Unterwuchses ist außerdem förderlich für die Etablierung von Lichtbaumarten, zur Erhöhung der Bestandesstabilität und zur Wachstumssteigerung. Es ist zu beachten, dass die Reduktion des Unterwuchses teilweise einen Zielkonflikt mit der Schaffung strukturreicher Bestände (Pkt. 5.1) darstellt, und vom Bewirtschafter durch Priorisierung zu lösen ist.

Anwendung und Umsetzung

Die „Reduzierung des Unterwuchses“ kann auf Bestandesebene umgesetzt werden. Ein wesentlicher Faktor zur Regulierung der Bodenvegetation ist die Steuerung des Lichteinfalls über den Bestandesschluss. Um eine Vergrasung oder eine zu üppige Vegetationsschicht zu vermeiden empfiehlt es sich daher, die Bestände lange geschlossen zu halten und so einen hohen Überschirmungsgrad zu gewährleisten. Die Verringerung der Dichte im Unterwuchs kann durch eine Stammzahlreduktion erreicht werden. Zur Förderung von Lichtbaumarten ist die Reduktion der Konkurrenzvegetation in der Jungwuchsphase oftmals nötig. Zur Förderung von Insekten für Fledermäuse und andere Nahrungsspezialisten sollte auf eine ausreichende Menge Altholz geachtet werden. In den letzten 25 Jahren wurde der Einfluss der Reduzierung des Unterwuchses auf die Biodiversität wenig untersucht. Es existiert bisher nur eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 13:

Fledermausarten bevorzugen Wälder mit geringem Unterwuchs

Fledermausarten, wie das große Mausohr (*Myotis myotis*) und die Nymphenfledermaus (*Myotis alcathoe*) jagen im Suchflug nach am Boden lebenden Insekten. Beide Arten sind im Anhang IV der FFH Richtlinien aufgeführt und gelten damit als streng zu schützende Arten. Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung mit reduziertem Unterwuchs begünstigt ihre Nahrungssuche-Aktivitäten. Gleichzeitig benötigen sie alte Bäume mit Versteckmöglichkeiten^{21,22}.



Abbildung 21: Das große Mausohr (*Myotis myotis*) jagt im Suchflug nach am Boden lebenden Insekten.

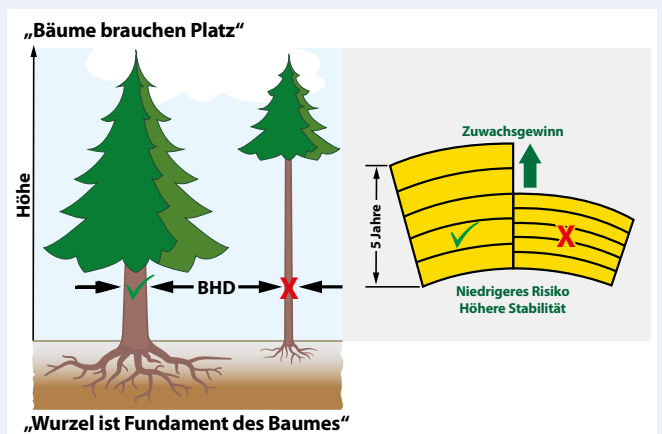


Abbildung 22: Die Nymphenfledermaus (*Myotis alcathoe*) fühlt sich am wohlsten in Eichen-Hainbuchenaltholzbeständen.

Infobox Stammzahlreduktion



Bäume stehen um verschiedene Ressourcen untereinander in Konkurrenz. Die Stammzahlreduktion erfolgt in dichten Nadel- und Mischwaldbeständen während der Dickungsphase und zielt darauf ab, Bäumen zum richtigen Zeitpunkt mehr Standraum und somit auch mehr Licht zu geben. Dadurch kann die Stabilität, Vitalität und Qualität der Bestände gefördert werden. Durch eine frühzeitige Stammzahlreduktion kann außerdem die Baumartenzusammensetzung reguliert werden, um Mischbaumarten herauszupflegen. In reinen Laubholzdickungen kann Dichstand dagegen förderlich für die natürliche Astreinigung sein. Als praktikable Prüfgröße für die Stabilität einzelner Bäume gilt der Schlankheitsgrad (h/d-Wert). Er beschreibt das Verhältnis von Baumhöhe zu Brusthöhendurchmesser. Auch das Verhältnis der Länge der begrünten Kronen zur Baumhöhe (Kronenprozent) ermöglicht eine Einschätzung der Einzelbaumstabilität.



5.9 Prozessschutz - Verzicht auf forstliche Nutzung



Zerfallsphase im Wald

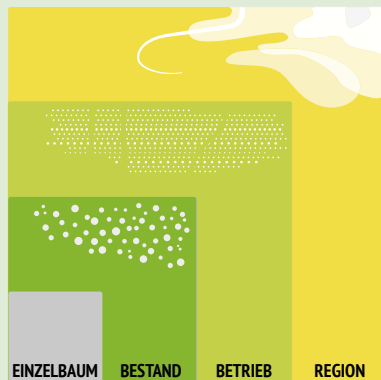
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Streudecke • Vegetationsvielfalt • Bodenbeeinträchtigung • Baumartenvielfalt • Totholz-Dimension • Totholzvolumen • liegendes Totholz • Mikrohabitate • Altbäume/Baumveterane/Habitatbäume • Grundfläche • Durchmesservertelung • Distanz zum Waldrand • Bestandes- und Baumalter • Bestockung • Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen • Distanz zur Forststraße • Erntemethode • Bewirtschaftungsintensität • Bewirtschaftungsmethode • Eingriffsstärke • Langzeitveränderungen •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Besondere, ausgewählte Waldgebiete, die repräsentative und besonders schützenswerte Lebensräume oder Lebensräume für geschützte Arten darstellen, sollten ungestört bleiben. Dies kann sich auf die allgemeine oder die saisonale Aufgabe der Bewirtschaftung beziehen. Sie können sich ohne den Einfluss einer forstlichen Bewirtschaftung entwickeln und leisten dadurch einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität.

Auswirkungen auf die Biodiversität

Der Verzicht auf die forstliche Nutzung von Waldbeständen ermöglicht eine natürliche Dynamik der Waldökosysteme in der alle Sukzessionsstadien, bis hin zur Phase des Zusammenbruchs, durchlaufen werden (Prozessschutz). Dadurch erhöht sich das durchschnittliche Bestandesalter und der Totholzanteil nimmt zu. So verbessern sich die Habitatbedingungen besonders für jene Artengruppen, die auf die natürliche Alters- und Zerfallsphase angewiesen sind. Durch einen ununterbrochenen Nährstoffkreislauf verbessern sich außerdem die Standortbedingungen. Bei der Auswahl von geeigneten Waldflächen sollte der Fokus vor allem auf der Habitatqualität liegen und sich nicht nach der Größe der Gebiete richten. Naturwaldflächen leisten darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der natürlichen Waldentwicklung und der Anpassungsfähigkeit von Wäldern im Hinblick auf die Klimaerwärmung.

Anwendung und Umsetzung

Der Verzicht der forstlichen Nutzung kann auf Bestandes-, Betriebs- und Regionenebene umgesetzt werden. In den Kernzonen der österreichischen Nationalparks, im Wildnisgebiet Dürrenstein und in Naturwaldreservaten unterbleibt grundsätzlich jede forstliche Nutzung und anderweitige menschliche Beeinflussung, mit Ausnahme der Jagd. Diese Flächen werden dem Prozessschutz gewidmet. In Verbindung mit kleineren geschützten Parzellen auf Bestandesebene wie solitären Habitatbäumen, Habitatbaumgruppen und geschützten Sonderbiotopen entsteht ein Netzwerk von Flächen, in denen sich die Natur ungestört entwickeln kann. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema „Prozessschutz“ intensiv untersucht. Die Anzahl an einschlägigen Forschungsarbeiten ist hoch.

Beispiel 14:

Der Schwarzstorch hat hohe Ansprüche

Der Schwarzstorch (*Ciconia nigra*) hat sehr komplexe und spezifische Anforderungen an seinen Lebensraum. Er bevorzugt alte strukturreiche Wälder mit Lichtungen und Fließgewässern und nahe gelegenen Wiesen. Er brütet in Wäldern und reagiert sehr empfindlich auf Störungen. Saisonale Ruhezeiten und Außernutzungstellungen rund um sein Brutgebiet können den Bruterfolg erhöhen. Die Bemühungen zum Erhalt des Schwarzstorches kommen darüber hinaus einer Vielzahl anderer Vogelarten zugute²³.



Abbildung 23: Schwarzstorch (*Ciconia nigra*)

Beispiel 15:

Habitatkontinuität - eine Voraussetzung für den Hirschkäfer

Die räumliche und zeitliche Kontinuität alter Bäume ist eine zentrale Voraussetzung für den Lebensraum eines Hirschkäfers (*Lucanus cervus*). Mit einer geringen Flugdistanz hat der Hirschkäfer ein Areal von ca. 1 ha, in welchem er auf starkes fortgeschritten zersetztes Totholz zur Eiablage angewiesen ist. Die Entwicklung vom Ei zum erwachsenen Käfer dauert je nach Witterungsbedingungen 3-8 Jahre. Zur Gewährleistung der Menge und kontinuierlichen Bereitstellung an Totholz ist er auf nicht bewirtschaftete Waldflächen oder das Belassen von Altholzinseln angewiesen²⁴.



Abbildung 24: Ein Hirschkäfer kann eine Flugdistanz von ca. 200 m zurücklegen.

Infobox

Naturwaldreservate und Naturwaldzellen

Programme zur Einrichtung von Naturwaldreservaten und Naturwaldzellen sind Vorbilder für freiwilligen und angewandten Naturschutz. Es werden naturnahe Waldflächen unter Vertragsnaturschutz gestellt, um eine natürliche Entwicklung (Prozesse) des Ökosystems Wald zuzulassen und zu erforschen. Ziel ist es, die natürlichen Waldgesellschaften der²² Wuchsgebiete in Österreich zu erfassen. Naturwaldzellen sind dabei flächenmäßig kleiner als Naturwaldreservate, wirken aber ähnlich positiv auf Fauna und Flora. Durch den Prozessschutz leisten sie damit einen wesentlichen Beitrag zum Schutz und zur Erhaltung einer natürlichen Entwicklung der biologischen Vielfalt.

5.10 Förderung alter Bestände



Messung des Durchmessers in 1,30 m BHD

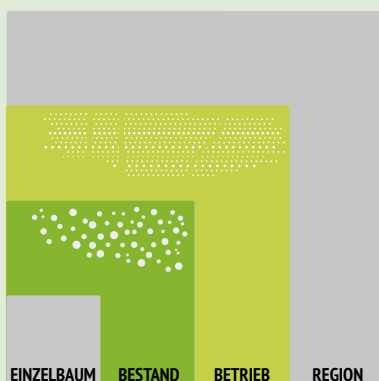
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Altbäume/Baumveterane/Habitatbäume •
Durchmesserverteilung • Bestandes- und
Baumalter • Bestockung • Bestandes-
diversität • gering oder unbewirtschaftete
Flächen • Bewirtschaftungsmethode •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Bäume gelten im Wirtschaftswald als hiebsreif, wenn sie eine definierte Zielstärke (Zieldurchmesser, gemessen in 1,30 m Brusthöhe BHD), erreicht haben. Mit Erreichen der Zielstärke erfolgt der Übergang von der Vor- in die Endnutzungsphase und die Bäume werden einzelstamm-, gruppen-, oder bestandesweise entnommen. Es ist zu beachten, dass sich das seit Mitte des 20. Jhdts. um 30-70% gestiegene Einzelbaumwachstum signifikant auf die Erreichung des Zieldurchmessers auswirkt und damit der Entwicklung alter Bestände entgegenwirkt. Gleichzeitig sorgt das bessere Wachstum dafür, dass heute bereits jüngere Bäume wichtige Lebensraumfunktionen erfüllen können.

Auswirkungen auf Biodiversität

Durch das zunehmende Bestandesalter und die immer dicker werdenden Bäume, wird Lebensraum für spezialisierte Arten geschaffen: einige Bäume entwickeln Habitat- und Veteranenbaumqualitäten, die ggf. für kleinflächigen Nutzungsverzicht erhalten werden können (siehe Pkt. 4.6). Am meisten profitieren holzbewohnende Insekten wie Bockkäfer (*Cerambycidae*) und höhlenbrütende Vögel, wie die Zwergohreule (*Otus scops*). Die Umstellung von einer flächigen hin zu einer einzelstammweisen Nutzung hiebsreifer Bäume erhöht kleinräumig das Altersspektrum. Als Nachteil einer Verlängerung der Erntephasen und der ungleichmäßigen Nutzung gelten ein höheres Risiko gegenüber Schäden (Windwurf, Käfer und Fäule) und wirtschaftliche Auswirkungen, wie zum Beispiel Starkholzabschlag und ein höherer Bringungs- und Schlägerungsaufwand.

Anwendung und Umsetzung

Die Förderung alter Bestände kann auf Bestandes- und Betriebsebene umgesetzt werden. Die Entwicklung von der flächigen Bestandesnutzung hin zur punktuellen Entnahme hiebsreifer Bäume erfordert die frühzeitige und kontinuierliche Pflege von potenziellen Zukunftsbäumen (Z-Bäumen). Mit der Auswahl geeigneter Bäume kann bereits ab der Stangenholzphase begonnen werden. Dabei sind vor allem die Vitalität, Qualität und Verteilung maßgebliche Kriterien. Im Zuge der nachfolgenden Pflegeeingriffe der nächsten Jahrzehnte sind die jeweils 1-3 stärksten bedrängenden Bäume pro Z-Baum zu entnehmen. Dadurch werden die Kronen freigestellt und der Zuwachs der Z-Bäume gesteigert. Die Umsetzung dieser Bewirtschaftungsmethode erfordert gleichzeitig eine dichte Erschließung der Bestände und eine kontinuierliche Pflege. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Förderung alter Bestände häufig untersucht. Es existiert eine fundierte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 16:

Laubwaldbewohnende und höhlenbrütende Vogelarten profitieren von „älteren“ Wäldern

Die Erhöhung des durchschnittlichen Alters der Waldbestände ist von Baumart und Standort abhängig. Untersuchungen zu Laubwaldbewohnenden und höhlenbrütenden Vogelarten haben gezeigt, dass deren Vielfalt in älteren Wäldern steigt. Ähnliche Zusammenhänge sind auch in Nadelwäldern zu beobachten. Bemühungen zur Förderung von Vogelarten in bewirtschafteten Wäldern können daher auf eine Verlängerung der Erntephasen abzielen ²⁵.



Abbildung 25: Eine Erhöhung der Umtriebszeit wirkt sich positiv auf die Vielfalt an Vogelarten aus

Beispiel 17:

Das Auerwild, eine Art der montanen bis subalpinen Bergwaldregionen

Das Auerwild (*Tetrao urogallus*) gilt als Standvogel lichter Waldgebiete. Es zeichnet sich durch sein auffälliges Balzverhalten aus. Aufgrund ihrer Ernährungsweise und ihres Habitatnutzungsverhalten sind Auerhühner auf großflächige, lockere Althölzer in nadelholzdominierte Wäldern angewiesen. In dichten Waldbeständen können Forststraßen für Auerhühner als wichtiger Bestandteil des Lebensraums fungieren. Durch die dortigen Strukturen (5.12) finden sie ein reichhaltiges Angebot an Insekten, Kräutern und Heidelbeeren die als Nahrungsquelle dienen sowie Magensteinchen, die sie für die Verdauung benötigen.



Abbildung 26: Auerhahn (links) und Auerhenne (rechts) lassen sich deutlich unterscheiden

5.11 Förderung ungleichaltr Bestände unter Bestandesschluss



Verjüngung unter Altholzschirm

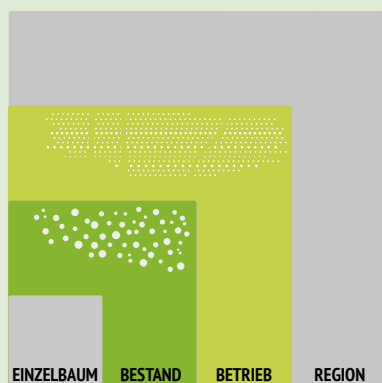
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Baumartenvielfalt • Überschildungsgrad • Baumhöhe • Grundfläche • Bestandes- und Baumalter • Bestandesdiversität • Erntemethode • Bewirtschaftungsintensität • Bewirtschaftungsmethode •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Der Erhalt von Strukturen im Wald und eine kontinuierliche Waldbedeckung erfolgt über die ungleichmäßige Auflichtung durch die Entnahme einzelner Bäume aus der herrschenden Schicht. In den partiell entstandenen Hiebslöchern und natürlichen Bestandeslücken (Käferlöcher, Windwurf) entstehen kleinräumige Lebensräume zur Etablierung der Verjüngung.

Auswirkungen auf Biodiversität

Ein geschlossener Bestand verhindert das Aufkommen flächiger Konkurrenzvegetation und schützt die Verjüngung vor Witterungsextremen, Spätfrost, Sonnenbrand und Austrocknung. Die Jungpflanzen wachsen gradstämmig und feinastig. Die Entnahme einzelner, hiebsreifer Bäume aus der herrschenden Schicht sorgt für eine ungleichmäßige Verjüngung und dadurch für eine inhomogene Altersklassenverteilung. Die dauerhafte Bestockung wirkt der Bodenerosion entgegen und führt zu geschlossenen Nährstoffkreisläufen. Aufgrund der geringen Bewirtschaftungsintensität und der Vermeidung flächiger Befahrung werden eine Verdichtung des Bodens und Schäden am verbleibenden Bestand reduziert. Es ist zu beachten, dass eine dauerhafte Bestockung lichtbedürftige Baumarten, Tier- und Pflanzenarten sowie Pionierlebensgemeinschaften benachteiligt.

Anwendung und Umsetzung

Die „Förderung ungleichaltriger Bestände unter Bestandesschluss“ kann auf Bestandes- und Betriebsebene umgesetzt werden. Die stellenweise Auflichtung des Altholzschirms durch Nutzung einzelner Bäume oder die Entnahme kleiner Parzellen (Femellöcher) mit anschließender Aufrändelung, ermöglicht das frühzeitige Einleiten der Verjüngung und den Voranbau von schattenertragenden Mischbaumarten (Rotbuche, Weißtanne, Hainbuche, Linde). Auch Käferlöcher können ausgepflanzt werden. Grundsätzlich gilt zu beachten, dass nur stabile Altbestände für dieses Waldbauverfahren in Betracht kommen und dass die geplanten Maßnahmen nicht zu einer Destabilisierung der Bestände führen sollten. Außerdem erfordert die einzelstammweise Nutzung von Beständen eine gute Infrastruktur. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Förderung ungleichaltr Bestände unter Bestandesschluss häufig untersucht. Es existiert eine fundierte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 18:

Bestandesschluss fördert Schattbaumarten

Unter Bestandesschluss wird die Verjüngung von Schattbaumarten, wie Weißtanne, ermöglicht. Gleichzeitig weicht die Zusammensetzung der Bodenpflanzen von jener anderer Bewirtschaftungsformen ab. Die Waldbewirtschaftung bestimmt damit ökologische Unterschiede und ermöglicht eine Bewirtschaftung mit Schwerpunkt auf der Erhaltung der Biodiversität ²⁶.



Abbildung 27: Schattenertragende Baumarten wie die Weißtanne können sich unter Schirm etablieren

Infobox

Ausnutzung von Mastjahren

In ungleichaltrigen Beständen erfolgt die Verjüngung üblicherweise über die stockenden Baumarten. Dabei können Mastjahre – jene Jahre, in denen Bäume vermehrt Samen bilden – gezielt ausgenutzt werden. Etwa alle drei Jahre kommt es zu einem Mastjahr. Ist der Altbestand nicht verjüngungswürdig, der stockende Bestand nicht standortgerecht, oder soll die Baumartenvielfalt erhöht werden, ist eine Kombination mit künstlicher Aufforstung sinnvoll.



5.12 Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung



Quelle: zeitraffer.tv

Grünbrücke

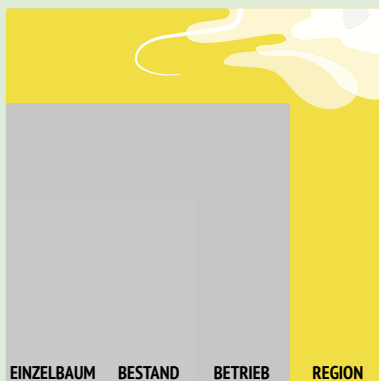
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Distanz zum Waldrand • Waldfläche •
Bestandesdiversität • gering oder un-
wirtschaftete Flächen • Bewirtschaftungs-
methode • Eingriffsstärke •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Die Fragmentierung von Wäldern beschreibt das Vorkommen von Wäldern in kleinen, voneinander isolierten Arealen. Die heute anzutreffende Waldverteilung ist historisch durch Siedlungsbau, landwirtschaftliche Nutzung sowie öffentliche Infrastruktur, wie Eisenbahntrassen oder Autobahnen, geprägt. Diese zerschneiden die Landschaft und können insbesondere für ausbreitungsschwache Arten unüberwindbare Barrieren darstellen, die zu Lebensraumisolierung führen. Davon unabhängig ist die forstliche Erschließung zu bewerten. Sie stellt keine unüberwindbare Barriere dar und bildet darüber hinaus die Grundvoraussetzung für eine kleinflächige und nachhaltige Bewirtschaftung. In Regionen mit geringer Bevölkerungsdichte und wenig landwirtschaftlich genutzter Fläche kann eine Umwandlung ehemals landwirtschaftlicher Flächen zur Vergrößerung der Waldfläche führen.

Auswirkungen auf Biodiversität

Die Auswirkungen der Fragmentierung auf die Biodiversität sind divers. Besonders für ausbreitungsschwache, wirbellose Arten schattig-feuchter Waldlebensräume können sich durch die Zerschneidung teils unüberwindbare Barrieren ergeben. Durch die Isolierung der Lebensräume droht ein Verlust der genetischen Variabilität. Langfristig kann dies zu einem Rückgang der betroffenen Arten führen.

Anwendung und Umsetzung

Die „Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung“ kann auf regionaler Ebene umgesetzt werden. Die Fragmentierung von Waldflächen ist von den WaldbewirtschafterInnen nur wenige beeinflussbar, da die Flächenwidmungen teilweise seit Jahrhunderten vorgegeben sind. Das vorrangige Ziel ist die Wiedervernetzung von Habitaten durch die Gewährleistung eines kontinuierlichen Habitatverbundes, z.B. die Ausweisung von Trittsteinbiotopen oder Korridoren, um die Vernetzung von Lebensräumen zu gewährleisten und einen Austausch der Waldarten zwischen den Flächen zu fördern. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Vermeidung von Waldfragmentierung und Lebensraumisolierung häufig untersucht. Es existiert eine fundierte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 19:

Die Erdkröte

Als Brutort treue Art ist die Erdkröte (*Bufo bufo*) durch Fragmentierung gefährdet. Sie bewohnt lichte, krautreiche Wälder und kann lediglich kurze Distanzen von bis zu 1,5 km zu ihrem Laichgewässer überwinden. Durch ihre geringe Geschwindigkeit sind Straßen, die zwischen Laichgewässer und Waldlebensraum liegen, eine Gefahr. Abhilfe können aktiv angelegte Laichgewässer, oder das Aufstellen von Amphibienschutzzäunen entlang von öffentlichen Straßen während der Krötenwanderung schaffen.



Abbildung 28: Die Erdkröte (*Bufo bufo*)

Beispiel 20:

Die Wildkatze

Die Wildkatze gehört zu den besonders scheuen Waldbewohnern. In ihrem Lebensraum benötigt sie große, zusammenhängende Laub- oder Laubmischwälder mit dichtem Unterwuchs und einen hohen Anteil an Totholz. Sie ist besonders durch Lebensraumfragmentierung gefährdet. Durch Grünbrücken bzw. Wildquerungshilfen kann, nicht nur für die Wildkatzenpopulation, ein Verbundsystem geschaffen werden, welches Wanderungen und den Austausch zwischen den einzelnen Revieren weiterhin ermöglicht. In Österreich gibt es bisher rund 70 Querungen dieser Art (Stand 2020).



Abbildung 29: Die Wildkatze (*Felis silvestris*)

5.13 Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten



Weißrückenspecht

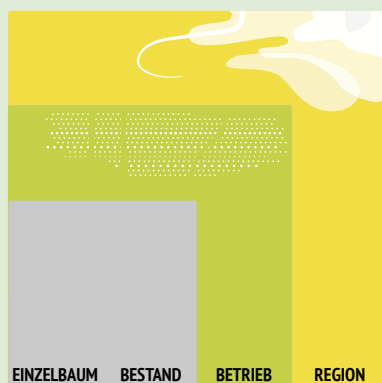
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

Deckungsgrad des Unterwuchses • Anteil an Nadelholz • Baumartenzusammensetzung • Totholzvolumen • Höhlen • Charakterarten • Mikrohabitate • Altbäume/Baumveterane/Habitatbäume • geschützte Arten • Überschirmungsgrad • Baumhöhe • Grundfläche • Durchmesser-Verteilung • Distanz zum Waldrand • Waldfläche • Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen • Bewirtschaftungsintensität • Besucherfrequenz •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Die Waldbewirtschaftung sollte den Schutz und die Erhaltung von Indikatorarten und geschützten Lebensräumen berücksichtigen und aktiv fördern. Geschützte Lebensräume beziehen sich auf die FFH-Richtlinie oder nationale Naturschutzgesetze. Indikatorarten können Leitarten oder geschützte Arten nach der FFH- und Vogelschutzrichtlinie oder nationalen Naturschutzgesetzen sein. Schirmarten sind Arten, die für Erhaltungsentscheidungen ausgewählt werden, weil ihr Schutz den Schutz vieler anderer Arten impliziert, die die ökologische Gemeinschaft des jeweiligen Lebensraums bilden.

Auswirkungen auf Biodiversität

Indikatorarten haben eine besondere Bedeutung für die Bewahrung von Lebensgemeinschaften in einem bestimmten Biotop. Beispielsweise gilt der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) als Indikatorart naturnaher, von Buche dominierter Laubmischwäldern mit einem hohen Anteil an Alt- und Totholz.

Anwendung und Umsetzung

Die „Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten“ kann auf betrieblicher und regionaler Ebene umgesetzt werden. Zum Schutz und zur Förderung von Indikatorarten und ihren Habitaten sind spezielle und regional angepasste Fördermaßnahmen nötig. Diese Maßnahmen setzen die Kenntnis über bestätigte Vorkommensgebiete und ein fundiertes Wissen über die Biologie und die Lebensraumansprüche der Arten voraus. Wichtig ist ein Habitat umfassendes Konzept und nicht nur der individuelle Schutz und die punktuelle Sicherung einzelner Brutstätten oder Laichgebiete. Für Bereiche, in denen die Arten vorkommen, sollte ein integratives Langzeitmanagement mit Ausgleichen entwickelt werden. In den letzten 25 Jahren wurde das Thema Anpassung des Habitatmanagements für Indikatorarten häufig untersucht. Es existiert eine fundierte Anzahl an Forschungsarbeiten.

Beispiel 21:

Der Weißrückenspecht als Indikatorart für totholzbewohnende Arten

Der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) zählt als Indikatorart für Habitatbaum- und totholzreiche Buchenwälder. Für seine gezielte Förderung sollten Wälder ein erhöhtes Durchschnittsalter sowie eine ausreichende Menge Totholz aufweisen^{27,28}.



Abbildung 30: Der Weißrückenspecht (*Dendrocopos leucotos*) als Indikatorart für totholzreiche Waldbestände

Beispiel 22:

Das grüne Koboldmoos

Das grüne Koboldmoos (*Buxbaumia viridis*) besiedelt luftfeuchte, schattige Bergmisch- und Nadelwälder und ist dort häufig an liegenden Baumstämmen oder vermoderten Baumstümpfen zu finden. Es ist besonders gut anhand der auffälligen Sporenkapseln zu erkennen. Es gilt europaweit als gefährdet und ist eine der wenigen Moosarten die in der FFH-Richtlinie als prioritäre Art aufgeführt ist. Eine ausreichende Menge an liegendem Nadel-Totholz kommt der Art besonders entgegen.



Abbildung 32: Das grüne Koboldmoos (*Buxbaumia viridis*) eine seltene Art der luftfeuchten, montanen Nadel- und Laubmischwälder.

5.14 Durchführung eines aktiven Monitorings

Klimafit



Waldmonitoring

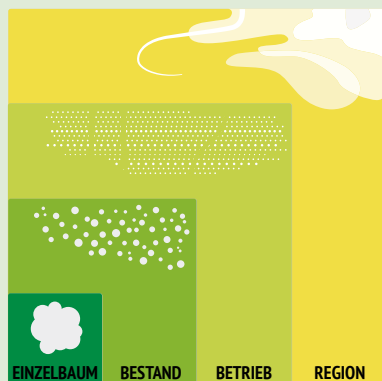
Biodiversitätsindikatoren



Managementindikatoren

- Anteil gebietsfremder Arten •
- Totholz-Zersetzungsgrad •
- Altbäume/Baumveterane/Habitatbäume •
- Bestandesdiversität • gering oder unbewirtschaftete Flächen •
- Bewirtschaftungsgeschichte •
- Bewirtschaftungsintensität •
- Bewirtschaftungsmethode •
- Eingriffsstärke • Langzeitveränderungen •

Wirkungsebenen



Beschreibung

Ein aktives Monitoring in Wäldern bezieht sich auf die kontinuierliche Beobachtung verschiedener Arten, Strukturen und Prozesse. Es bildet die Grundlage zur Erkennung von Veränderungen des Zustands der Biodiversität im Laufe einer bestimmten Periode. Das Monitoring wird dazu verwendet, den Erfolg der Bewirtschaftungsmaßnahmen zu evaluieren und die Bewirtschaftung kann den Ergebnissen entsprechend angepasst werden. Dabei sind die Waldentwicklung und der Klimawandel zu berücksichtigen.

Auswirkungen auf Biodiversität

Ein zielgerichtetes Monitoring erlaubt Rückschlüsse auf die Verschlechterung oder Verbesserung von Lebensräumen und die Veränderung des Ökosystems Wald. Dadurch werden Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität vergleichbar und ihre Wirksamkeit kann beurteilt und gegebenenfalls angepasst werden.

Anwendung und Umsetzung

Die „Durchführung eines aktiven Monitorings“ kann auf Einzelbaum-, Bestandes-, Betriebs- und Regionenebene umgesetzt werden. Die Daten eines Monitorings sind nur dann aussagekräftig, wenn es in regelmäßigen Intervallen durchgeführt wird. Die Aufnahmemethodik sollte im Verlauf des Monitorings nie gravierend verändert werden. Maßgebliche Kriterien zur Bewertung des Waldzustandes sind zum einen flächenbezogene Kriterien zur Bestandesstruktur und das waldbauliche Behandlungskonzept. In Österreich wird der Wald seit mehreren Jahrzehnten im Rahmen der österreichischen Waldinventur (ÖWI) aufgenommen und dabei auch Kriterien zur Biodiversität erfasst. Die Inventuren liefern Zahlen über die Waldanteile der einzelnen Bundesländer, Baumartenzusammensetzung und den Zuwachs. Auf Grundlage der Daten lässt sich die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung beurteilen und es können Empfehlungen zur zukünftigen waldbaulichen Behandlung formuliert werden. Dies umfasst auch die Verwendung angepasster nicht-heimischer Baumarten, vor dem Hintergrund der Klimaveränderungen. In den letzten 25 Jahren wurde der Einfluss der Durchführung eines aktiven Monitorings auf die Biodiversität wenig untersucht. Es existiert bisher nur eine begrenzte Anzahl an Forschungsarbeiten.



Abbildung 33: Ein objektives und regelmäßiges Monitoring basiert auf festgelegten Parametern und bedarf langfristig vermarkter Stichproben

Infobox

Biodiversitätsmonitoring der österreichischen Waldinventur

Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung verbindet die Holznutzung und die Erhaltung der Biodiversität. Eine objektive, zuverlässige Identifizierungs- und Bewertungsmethodik ist für ein regelmäßiges Monitoring entscheidend, um den aktuellen Status zu erfassen, sowie die Auswirkungen der gesetzten Maßnahmen beurteilen zu können ³⁰.

Die österreichische Waldinventur (ÖWI) erhebt seit den 1960iger Jahren periodisch eine Vielzahl von Daten und Informationen über den Zustand und die Veränderungen des österreichischen Waldes. Die Erhebungsparameter wurden seitdem laufend erweitert und ermöglichen nun die Biodiversität im Wald und ihre Trends umfassend zu beschreiben. So werden nicht nur die Baumarten und der Strukturreichtum von Beständen erfasst, sondern auch stehendes und liegendes Totholz gemessen und hinsichtlich der Zersetzung klassifiziert. Darüber hinaus werden auftretende Insektenspuren dokumentiert, sowie Spechtspuren, Pilze und in jüngster Zeit auch Flechten an Bäumen erfasst. Die Auswertungen der österreichischen Waldinventur sind über die Homepage des BFW verfügbar.

Literaturverzeichnis

Weiterführende Informationen:

www.waldoekologie-service.at

1. ESTREGUIL, C., CAUDULLO, G., DE RIGO, D. & SAN-MIGUEL-AYANZ, J. *Forest Landscape in Europe: Pattern, Fragmentation and Connectivity*. EUR – Sci. Tech. Res. 25717, 18 pp (2013).
2. BFW. Praxisinformation Zwischenauswertung der Waldinventur. (2019).
3. OETTEL, J. & LAPIN, K. *Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe*. Ecol. Indic. (under rev, (2020)).
4. STEVERDING, M. & LEUSCHNER, C. *Effects of Norway spruce monocultures on the structure of bird communities in a submontane-montane forested landscape of Central Germany*. Eur. J. For. Res. 121, 83–96 (2002).
5. LANGE, M. et al. *Effects of forest management on ground-dwelling beetles (Coleoptera; Carabidae, Staphylinidae) in Central Europe are mainly mediated by changes in forest structure*. For. Ecol. Manage. 329, 166–176 (2014).
6. NAGEL, R.-V. & SPELLMANN, H. *Wachstum, Behandlung und Ertrag von Rein- beständen der Rotbuche (Fagus sylvatica L.) in Nordwestdeutschland. Ergebnisse Angew. Forsch. zur Buche. Beiträge aus der Nordwestdt. Forstl. Versuchsanstalt*. 3 221–265 (2008).
7. HLÁSNY, T. et al. *Sustainable forest management in a mountain region in the Central Western Carpathians, north-eastern Slovakia: the role of climate change*. Reg. Environ. Chang. 17, 65–77 (2017).
8. HEINRICHS, S. & SCHMIDT, W. *Short-term effects of selection and clear cutting on the shrub and herb layer vegetation during the conversion of even-aged Norway spruce stands into mixed stands*. For. Ecol. Manage. 258, 667–678 (2009).
9. PROCHÁZKA, J. & SCHLAGHAMERSKÝ, J. *Does dead wood volume affect saproxylic beetles in montane beech-fir forests of Central Europe?* J. Insect Conserv. 23, 157–173 (2019).
10. STANDOVÁR, T. et al. *A novel forest state assessment methodology to support conservation and forest management planning*. Community Ecol. 17, 167–177 (2016).
11. LASSAUCE, A., PAILLET, Y., JACTEL, H. & BOUGET, C. *Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms*. Ecol. Indic. 11, 1027–1039 (2011).
12. SEVER, K. & NAGEL, T. A. *Patterns of tree microhabitats across a gradient of managed to old-growth conditions: a case study from beech dominated forests of South-Eastern Slovenia*. Acta Silvae Ligni 118, 29–40 (2019).
13. KOZÁK, D. et al. *Profile of tree-related microhabitats in European primary beech-dominated forests*. For. Ecol. Manage. 429, 363–374 (2018).
14. FERRIS, R., PEACE, A. J. & NEWTON, A. C. *Macrofungal communities of lowland Scots pine (Pinus sylvestris L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karsten.) plantations in England: Relationships with site factors and stand structure*. For. Ecol. Manage. 131, 255–267 (2000).
15. JOHANN, F. & SCHAICH, H. *Land ownership affects diversity and abundance of tree microhabitats in deciduous temperate forests*. For. Ecol. Manage. 380, 70–81 (2016).
16. PETERMANN, J. S. et al. *Direct and indirect effects of forest management on tree-hole inhabiting aquatic organisms and their functional traits*. Sci. Total Environ. 704, 135418 (2020).
17. GUNNARSSON, B., HAKE, M. & HULTENGREN, S. *A functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce* - GUNNARSSON, B.; HAKE, M.; HULTENGREN, S. [2004].pdf. Biodivers. Conserv. 685–693 (2004).
18. PERHANS, K., GUSTAFSSON, L., JONSSON, F., NORDIN, U. & WEIBULL, H. *Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden*. For. Ecol. Manage. 242, 374–390 (2007).
19. KRAMER-SCHADT, S., KAISER, T. S., FRANK, K. & WIEGAND, T. *Analyzing the effect of stepping stones on target patch colonisation in structured landscapes for Eurasian lynx*. Landsc. Ecol. 26, 501–513 (2011).
20. ANGELSTAM, P. et al. *Wood production and biodiversity conservation are rival forestry objectives in Europe's Baltic Sea Region*. Ecosphere 9, (2018).

21. GESCHKE, J. *Decrease in bat diversity points towards a potential threshold density for black cherry management: A case study from Germany*. Plants 8, (2019).
 22. Cistrone, L. et al. *The effect of thinning on bat activity in italian high forests: The LIFE+ "ManFor C.BD." experience*. Hystrix 26, 125–131 (2015).
 23. Banaś, J., Zięba, S., Bujoczek, M. & Bujoczek, L. *The impact of different management scenarios on the availability of potential forest habitats for wildlife on a landscape level: The case of the black stork ciconia nigra (Linnaeus, 1758)*. Forests 10, (2019).
 24. MARCHETTI, M. *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. (2004).
 25. REISE, J., KUKULKA, F., FLADE, M. & WINTER, S. *Characterising the richness and diversity of forest bird species using National Forest Inventory data in Germany*. For. Ecol. Manage. 432, 799–811 (2019).
 26. BURRASCANO, S., ROSATI, L. & BLASI, C. *Plant species diversity in Mediterranean old-growth forests: A case study from central Italy*. Plant Biosyst. 143, 190–200 (2009).
 27. BÜHLER, U. *Totholz – existenziell für den Weissrückenspecht in Nordbünden | Dead wood – a vital necessity for the white-backed woodpecker in the Grisons*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwes. 160, 210–217 (2009).
 28. SCHWAIGER, F., POSCHENRIEDER, W., BIBER, P. & PRETZSCH, H. *Ecosystem service trade-offs for adaptive forest management*. Ecosyst. Serv. 39, 100993 (2019).
 29. NASCIMBENE, J., BRUNIALTI, G., RAVERA, S., FRATI, L. & CANIGLIA, G. *Testing Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm. as an indicator of lichen conservation importance of Italian forests*. Ecol. Indic. 10, 353–360 (2010).
 30. CARLSSON, M. *A method for integrated planning of timber production and biodiversity: A case study*. Can. J. For. Res. 29, 1183–1191 (1999).
-

Impressum

ISBN 978-3-903258-25-9

© August 2021

Nachdruck nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung seitens des Herausgebers gestattet.

Presserechtlich für den Inhalt verantwortlich:

BIOSA – Biosphäre Austria Verein für dynamischen Naturschutz

Schauflergasse 6/5, A-1010 Wien

Tel.: +43 1 533 02 27 | Fax: +43 1 533 21 04 | biosa@landforstbetriebe.at | www.biosa.at

Finanziert aus den Mitteln der LE-Projektförderungen 14-20

Fachliche Konzeption: Peter Mayer

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)

Seckendorf-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Österreich

Telefon: +44 1 87838-0, Fax: +44 1 87838 1250

<http://bfw.ac.at>

Redaktion: Katharina Lapin, Silvio Schüler, Janine Oettel, Isabel Georges, Renate Haslinger, Christian Benger

Layout: Gerald Schnabel, Isabel Georges

Druck: Gugler GmbH, 3390 Melk/Donau

Bezugsquelle: BFW-Bibliothek

Telefon: +44 1 87838 1216

E-Mail: bibliothek@bfw.gv.at

Online-Bestellung: <http://www.bfw.ac.at/webshop>



