



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität

Anhang A2

Methodenbeschreibung für die Wirkungsanalysen auf Artniveau

Inhaltsverzeichnis

Methodenbeschreibung für die Wirkungsanalyse auf Artniveau	1
A2.1 Ziele	3
A2.2 Prinzip Erhebung von Artaufnahmen - typischen Design einer Fallstudie	3
Platzierung der Messflächen	6
A2.3 Methodenstandards für Artgruppen.....	7
A2.3.1 Kleinsäuger.....	7
A2.3.2 Fledermäuse.....	10
A2.3.3 Brutvögel	13
A2.3.4 Reptilien.....	15
A2.3.5 Amphibien.....	17
A2.3.6 Schnecken.....	20
A2.3.7 Käfer (xylobionte Arten).....	23
A2.3.8 Tagfalter	26
A2.3.9 Libellen	29
A2.3.10 Insekten allgemein.....	32
A2.3.11 Gefässpflanzen.....	35
A2.3.12 Moose	37
A2.3.13 Flechten (baumbewohnende Arten)	39
A2.3.14 Pilze (xylobionte Arten).....	42
A2.4 Listen mit Zielarten für die Wirkungsanalyse	45
A2.4.1 Kleinsäuger.....	45
A2.4.2 Fledermäuse.....	46
A2.4.3 Brutvögel	47
A2.4.4 Reptilien.....	49
A2.4.5 Amphibien.....	50
A2.4.6 Schnecken.....	51
A2.4.7 Käfer (xylobionte Arten).....	52
A2.4.8 Tagfalter	54
A2.4.9 Libellen	55
A2.4.10 Gefässpflanzen.....	55
A2.4.11 Moose	56
A2.4.12 Flechten (baumbewohnende Arten)	57
A2.4.13 Pilze	57
A2.5 Platzierung der Messflächen: Details	59

Anmerkung:

Der vorliegende Anhang A2 basiert auf dem Bericht «Methoden für die Wirkungsanalyse Waldbiodiversität auf Artniveau – Standards zuhanden der ausführenden Kantone» (Bühler et al. 2023)

A2.1 Ziele

Ziele der Wirkungsanalyse auf Artniveau sind:

- Ermittlung der Auswirkung von Lebensraumförderungen auf Einzelarten, insbesondere national prioritäre Arten (NPL) anhand von Fallstudien, mittels eines erprobten methodischen Standards.
- Möglichst direkte Bewertung der Fördermassnahme auf die Art durch Einbezug einer Referenzfläche ohne Massnahme (Kontrollfläche zum Vergleich), oder zeitlicher Referenz (Aufnahme vor und nach Durchführung der Massnahme).
- Abstimmung der Aufnahme mit Strukturaufnahmen (Anhang A1), um eine grösstmögliche Aussagekraft zu erhalten, und den Zusammenhang zwischen Strukturförderung und Artförderung aufzuzeigen
- Generierung von Daten, die mit der Zeit gut abgestützte und bereichsübergreifende Aussagen ermöglichen, die nicht aus einzelnen Studien ableitbar sind.
- Anschauungsobjekte für die Öffentlichkeitsarbeit.
- Aussagen für die Akteure auf allen Ebenen (Betrieb, Kanton, Bund, Wissenschaft).

Wirkungsanalysen auf Artniveau können auch für einzelne, ausgewählte Arten sinnvoll und aussagekräftig sein. Bevorzugt werden sie für national prioritäre Arten durchgeführt, deren Bestände überwacht werden sollen. Eine mögliche Auswahl solcher Arten ist im Kapitel A2.4 zusammengestellt. Die Auswahl erfolgte auf der Grundlage der nationalen prioritären Waldzielarten bei Imesch et al. (2015). Diese Auswahl wurde durch beigezogene Taxon-Expert:innen für diesen Bericht modifiziert und teilweise ergänzt, so dass sie sich auf methodisch machbare Arten beschränkt.

Die in diesem Anhang präsentierten Methoden wurden nicht neu konzipiert. In den meisten Fällen handelt es sich um Erhebungsmethoden, die seit längerer Zeit in Gebrauch sind und die sich bewährt haben. Wo nötig wurden sie so weit verändert, dass sie für den Gebrauch bei einer Fallstudie im Sinne dieses Berichts verwendbar sind. Die hier präsentierten Methoden wurden mit diversen Expert:innen besprochen. Die Personen, die mit Ihren Auskünften zu einem möglichst guten und konsolidierten Standard beigetragen haben, sind am Ende der Methoden-Steckbriefe im Kapitel A2.3 aufgeführt.

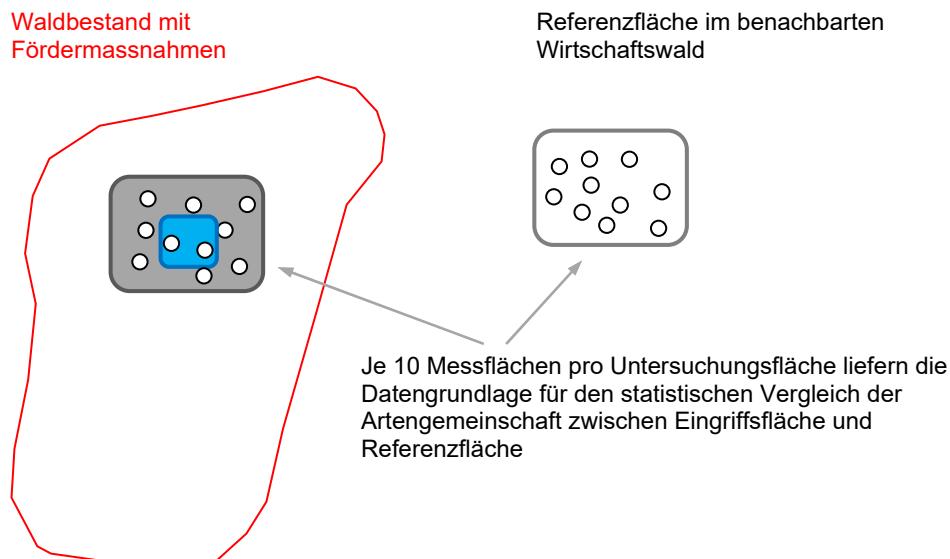
A2.2 Prinzip Erhebung von Artaufnahmen - typischen Design einer Fallstudie

Untersuchungsflächen im Hektarbereich

Sehr kleine Untersuchungsflächen im Bereich weniger Areen führen im Wald häufig zu zufälligen Ergebnissen. Zum Beispiel variiert die Anzahl Holzpilze derart kleinräumig, dass eine einzelne Untersuchungsfläche von 10 m² für sich genommen keinen brauchbaren Messwert ergibt, der für einen Waldbestand gelten kann. Aufgrund der Grösse der Waldbäume und dem Aufbau von Waldgesellschaften sind es eher Flächen im Bereich von Hektaren, die robuste Messungen der Biodiversität ergeben. Flächen zwischen einer und etwa 10 Hektaren entsprechen zudem der üblichen Flächenausdehnung für Fördermassnahmen. Es ist diese Grössenordnung, für welche kantons- oder schweizweit wiederholte Messungen in Form von Fallstudien erwünscht sind. Sehr grosse Untersuchungsflächen von deutlich mehr als 10 Hektaren sind denkbar, können aber je nach Artgruppe und Lebensraummerkmal einen unverhältnismässig grossen Erhebungsaufwand in Anspruch nehmen (Ausnahmen: Brutvögel, Fledermäuse).

→ Wirkungsanalysen im Wald verwenden idealerweise Untersuchungsflächen im Bereich von 1 bis 10 Hektaren.

→ Je nach Artgruppe erfolgt die Felderhebung mit einer Serie von kleineren Messflächen, die innerhalb der Untersuchungsfläche angeordnet sind.



Legende:

- Weiserfläche für Wirkungsanalyse auf Strurniveau, z.B. 1.5 ha
- Waldbestand, z.B. 75 ha Reservat
- Untersuchungsfläche 1 (Eingriffsfläche), Ausschnitt aus Förderfläche, z.B. 8 ha
- Untersuchungsfläche 2 (Referenzfläche), im Wirtschaftswald, auch 8 ha
- Messfläche für Erhebungen, z.B. 500 m² für Schnecken

Abb. A2.1: Beispielhafte Anordnung von Untersuchungs- und Messflächen für eine Fallstudie zur Wirkungsanalyse Waldbiodiversität auf Artniveau. Die Referenzfläche ist räumlich angeordnet und liegt im benachbarten Wirtschaftswald (Simultanvergleich). Die Untersuchungsfläche 1 mit Fördermassnahmen (Eingriffsfläche) ist hier als Erweiterung einer bestehenden Weiserfläche mit Erhebungen auf Strurniveau konzipiert. Dadurch können Zusammenhänge zwischen Bestandesdaten von Arten und den Lebensraumeigenschaften analysiert werden.

Prinzip der Referenzfläche

Damit ein allfälliger Erfolg klar den Fördermassnahmen – und nicht etwa der Klimaerwärmung oder anderen allgemeinen Umwelttrends – zugeordnet werden kann, braucht es vergleichende Erhebungen auf einer Referenzfläche ohne Fördermassnahmen. Die Referenzfläche repräsentiert den Zustand, wie er ohne Fördermassnahme zu erwarten wäre. Erst dadurch lässt sich die Veränderung nach Fördermassnahmen schlüssig interpretieren. Referenzflächen sind in der Regel unverzichtbar. Nur bei Wirkungsanalysen, wo es um den Erhalt oder die Förderung sehr seltener Arten geht, kann gewöhnlich auf Referenzflächen verzichtet werden. Diese Arten sind im normalen Wirtschaftswald kaum zu erwarten und Referenzflächen sind deshalb kaum zu finden. Allein der Fortbestand oder gar die Zunahme dieser Arten auf einer Förderfläche darf als Erfolg gelten.

Es sind zwei Typen von Referenzflächen zu unterscheiden:

- a) Zeitliche Referenz: Erhebung des Ausgangszustands der Messfläche bevor die Fördermassnahme erfolgt. Danach wird die Fläche in sinnvollen zeitlichen Abständen wiederholt aufgenommen. Die Daten ergeben eine Zeitreihe. So lässt sich später beurteilen, inwiefern sich der Zustand danach vom Ausgangszustand unterscheidet.
- b) Räumliche Referenz (Simultanvergleich): zeitgleich mit der Eingriffsfläche erhoben, auf einer Fläche mit identischen Standortbedingungen, aber innerhalb des normalen Wirtschaftswaldes (d.h. ohne Fördermassnahme). Mit Vorteil handelt es sich um benachbarte Wälder mit vergleichbarer Exposition, Höhenlage und potenzieller Waldgesellschaft. Räumliche Referenzflächen sind vor allem dort empfehlenswert, wo die Ausprägung der Indikatoren stark von zufälligen Jahreseffekten (v.a. Witterungsverlauf) oder der fortschreitenden Klimaerwärmung abhängig ist.

Eine optimale Wirkungsanalyse würde beide Typen von Referenzflächen kombinieren. Der Aufwand für einen solchen fast experimentellen Ansatz ist in der Regel zu hoch. Je nach Situation sprechen mehr Argumente für Referenzflächen nach Typ a) oder b). Ihre wichtigsten Vor- und Nachteile sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Zeitliche Referenzflächen	Räumliche Referenzflächen
Vorteile	Vorteile
Entwicklung auf der Fläche wird direkt beobachtet.	Auch dann möglich, wenn eine Nullerhebung zu Beginn der Massnahmen nicht stattgefunden hat.
Auch bei einzigartigen Flächen anwendbar.	Resultate sofort vorhanden (Keine Wartezeit).
Zeitabstand von Nullerhebung und Folgeerhebung genau gemäss Wunsch.	Ursache-Wirkungsanalyse: ein Vergleich mit der Entwicklung der «normalen Umgebung» ist sehr aussagekräftig.
Behandlung/Pflege der Fläche ab Nullerhebung gut unter Kontrolle.	
Nachteile	Nachteile
Muss zwingend zu Beginn der Massnahmen eingeplant und vorgängig durchgeführt werden («Nullerhebung»).	Auf die Entwicklung der Fläche wird nur indirekt geschlossen.
Zwischen der Nullerhebung und der Folgeerhebung besteht eine Wartezeit, bis Resultate vorliegen. Längere Wirkungszeiten sind deshalb ein Problem.	Situation auf der Referenzfläche kaum exakt identisch mit der Eingriffsfläche.
Ursache-Wirkungsanalyse nur unter Vorbehalt, denn: eine analoge Entwicklung im «Normalwald» (z.B. Zunahme der Zielart) kann nicht ausgeschlossen werden.	Eine vergleichbare Referenzfläche ist bei speziellen Lebensräumen schwer zu finden (z.B. Auenwälder, Felsköpfe).
	Behandlung sowohl der Eingriffs- als auch der Kontrollfläche ev. teilweise unbekannt und kaum unter Kontrolle.

Tab. 1: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Referenzflächen.

→ Referenzflächen sollen generell Bestandteil des Erhebungskonzepts einer Wirkungsanalyse sein.
 → Zeitliche Referenzflächen werden bereits vor dem Eingriff erhoben. Sie machen nur bei Fördermassnahmen Sinn, wo der zeitliche Abstand zwischen den Messungen für eine Reaktion der Naturwerte genügend gross ist.
 → Räumliche Referenzflächen (Simultanvergleiche) sind theoretisch immer möglich. Voraussetzung ist, dass eine geeignete Fläche überhaupt verfügbar ist.

Zeitpunkt der Erhebungen

Der geeignete Zeitpunkt für Erhebungen zur Waldbiodiversität variiert sehr stark in Abhängigkeit der Fördermassnahme. Während bei Nutzungsverzicht Jahrzehnte benötigt werden, können bei Auflichtungen der Baumschicht wenige Jahre ausreichen, bis sich eine relevante Wirkung einstellt. Deshalb gelten keine fixen Vorgaben für anzustrebende Zeitintervalle für Folgeerhebungen. Allerdings ist dafür zu sorgen, dass für die Interpretation der Ergebnisse Vergleichsdaten aus Referenzaufnahmen tatsächlich vorhanden sind. Je nach gewähltem Ansatz kann dies bedeuten, dass eine Nullerhebung (Zustand vor der Realisierung der Fördermassnahme) zu dokumentieren ist.

→ Abgesehen von Nullerhebungen liegt das Zeitintervall für die Erhebungen im eigenen Ermessen.
→ Bei Nullerhebungen muss eine vergleichbare Erhebung zu einem späteren Zeitpunkt möglich sein, um die Entwicklung der Indikatoren beurteilen zu können.

Reproduzierbare Methoden

Die waldtypischen Arten(gruppen) und Lebensraummerkmale lassen sich mit verschiedenen Feldmethoden erheben. Eine generelle Anforderung an jede Feldmethode ist, dass ihre Anwendung durch zwei unabhängige Personen dasselbe Resultat erzeugt. Anders gesagt: das Resultat darf nicht wesentlich von der Bearbeiter:in abhängig sein. Damit dies möglich ist, muss das Vorgehen im Feld möglichst exakt definiert und der individuelle Spielraum für das Verhalten und die Beurteilung von Situationen im Feld möglichst gering sein.

→ Im Kapitel A2.3 werden für diverse Artgruppen Feldmethoden für die Wirkungsanalyse aufgeführt, die gemäss Praxiserfahrungen ausreichend reproduzierbar sind.

Platzierung der Messflächen

Die meisten der im Kapitel A2.3 dieses Berichts beschriebenen Erhebungsmethoden basieren auf einer stichprobenartigen Bearbeitung der Untersuchungsfläche anhand einer Serie von kleinen Messflächen (Abb. 1). Damit diese Messflächen insgesamt die Untersuchungsfläche wunschgemäß und unverzerrt repräsentieren, sind einige Punkte zu beachten. Diese Punkte betreffen:

- die Verteilung der Messflächen über die Untersuchungsfläche,
- die Lokalisierung und Dokumentation der Messflächen,
- die Korrektur der Ausdehnung der Messfläche entsprechend der Hangneigung,
- den Umgang mit Messflächen, die unmittelbar am Rand der Untersuchungsfläche liegen.

Zu diesen Punkten werden in Kapitel A2.5 Empfehlungen gemacht, wie optimalerweise vorzugehen ist.

A2.3 Methodenstandards für Artgruppen

A2.3.1 Kleinsäuger

Anwendungsbereich

Lichte Wälder, Waldränder, Feld- und Ufergehölze, Feuchtwälder

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass im Anschluss an Fördermassnahmen die Zielarten auf der Untersuchungsfläche präsent sind, und zwar mit grösserer Häufigkeit oder Regelmässigkeit als auf Untersuchungsflächen ohne Fördermassnahmen.

Beschreibung

Kleinsäuger sind ein wichtiger Teil des Waldökosystems. Sie bilden die Nahrungsgrundlage für viele Arten. Auch tragen sie durch Nahrungsdepots zur Ausbreitung von Samen bei. In ihrem Lebensraum sind sie stark auf ein vielfältiges Angebot an Strukturen angewiesen («Strukturvielfalt»). Wissenschaftliche Studien zeigen einen positiven Zusammenhang zwischen der Artvielfalt bzw. Häufigkeit von Kleinsäugern und der Präsenz vertikaler Strukturen wie z.B. der Deckung mit hoher Vegetation, grobem und feinem Totholz (Ecke et al. 2002).

Für den allgemeinen Nachweis von Kleinsäugern können Transekte mit Lebendfallen (Capt 2012) eingesetzt werden. Während 48 Stunden werde die Fallen alle 6-8 Stunden kontrolliert und die gefangenen Kleinsäuger bestimmt. Um die Hinweise auf die Populationsgrösse der einzelnen Arten zu erhalten, müssen die gefangenen Tiere individuell markiert werden.

Für einzelne Artgruppen, Schläfer/Bilche und Spitzmäuse existieren indirekte Nachweismethoden, welche eine höhere Entdeckungswahrscheinlichkeit besitzen und keinen aufwändigen Fang der Tiere voraussetzen. Diese Methoden erlauben eine Aussage zur Präsenz/Absenz dieser Arten, nicht aber nicht zu deren Abundanz.

Das allgemeine Erhebungsdesign ist für alle Methoden dasselbe:

- Die Kleinsäuger werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Die empfohlene Ausdehnung der Untersuchungsflächen beträgt jeweils rund eine Hektare. Die Fallen bzw. Spurentunnel oder Kotröhren werden dann gemäss untenstehenden Vorgaben innerhalb der Untersuchungsflächen angeordnet.

Im Folgenden werden zwei verschiedene Methodenstandards für spezielle Gruppen von Kleinsäugern beschrieben: eine Methode für den Nachweis von Bilchen und eine Methode für den Nachweis von Spitzmäusen.

Methoden-Standard zum Nachweis von Bilchen

- Im Spätsommer (August – September) werden für den Nachweis von Bilchen (Schläfern) Spurentunnel installiert und während sechs Wochen im Feld belassen.
- Entlang von Linientransekten (50 m Länge) werden im ungefähren Abstand von 10 Metern 5 Spurentunnel installiert. Pro Hektare an Untersuchungsfläche werden zwei Transekte angelegt.
- Für den Nachweis von Haselmäusen (*Muscardinus avellanarius*) werden Hecken ohne Lücken, dichte Waldränder oder Strauchdickichte ausgewählt. Die Spurentunnel werden am Ende von Zweigen von frucht- oder nusstragenden Büschen in zirka 1.5 m Höhe über dem Boden in waagrechter Position befestigt.
- Zum Nachweis von Gartenschläfern (*Eliomys quercinus*) eignen sich Gebiete mit stark strukturierter Bodenoberfläche (Felsblöcke, Totholz, Wurzelsteller). Die Spurentunnel können am Boden oder auf Ästen bis auf 1.5 m Höhe über dem Boden angebracht werden.

- Um Siebenschläfer (*Glis glis*) nachzuweisen, werden die Spurentunnel auf 1.5 m Höhe über dem Boden auf Ästen von Bäumen oder Sträuchern platziert.
- Als Tinte kann eine Mischung aus Grafit und Paraffinöl und normales Druckerpapier verwendet werden (pers. Mitteilung Andrin Dürst).
- Halten sich Bilche in den Spurentunnels auf, hinterlassen sie auf dem Papier ihre Fussspuren, anhand derer die Arten identifiziert werden können.
- Die Spurentunnel müssen alle 7 bis 10 Tage kontrolliert, die Spurenblätter ersetzt und die Tinte bei Bedarf aufgefrischt werden.

Vorschlag für einen Standard zum Nachweis von Spitzmäusen

- Im Sommer (Juli bis September) werden für den Nachweis von Spitzmäusen Kotröhren (Churchfield et al., 2000) installiert und während sechs Wochen im Feld belassen.
- Entlang von Linientransekten (50 m) werden im ungefähren Abstand von 5 Metern insgesamt 10 Kotröhren installiert. Die Röhren werden abhängig von den nachzuweisenden Arten positioniert. Bei Neomys-Arten in maximal 2 Metern Distanz zum Gewässer und an Orten, wo verdeckte Ein- und Ausstiege ins Wasser möglich sind, z.B. Grashorste, unterspülte Uferanrisse oder Steinblöcke. Bei anderen Spitzmausarten sind Stellen in der Nähe von Versteckmöglichkeiten geeignet, wie Wurzelstöcke, Totholz, Ast- oder Steinhaufen oder Trockensteinmauern.
- Jeder Röhrenstandort muss markiert werden, damit er einfach wiedergefunden wird. Pro Hektare an Untersuchungsfläche werden zwei Transekte angelegt.
- Als Köder werden die Röhren mit einigen getrockneten Mehlwürmern oder getrockneten Süßwasserkrebsen (*Gammarus*) bestückt.
- Die Röhren müssen alle sieben Tage kontrolliert und der darin enthaltene Kot eingesammelt, getrocknet und lichtgeschützt gelagert werden. Beim Transfer der Köttel muss eine Verunreinigung durch menschliche DNA verhindert werden.
- Die Bestimmung der Arten erfolgt genetisch mit Meta-Barcoding (16S). Dazu ist ein spezialisiertes Labor zu beauftragen. Für diese molekulargenetische Analyse können alle gesammelten Köttel eines Transekts zusammengemischt werden. Es geht lediglich um einen Präsenz-Absenz Nachweis der Arten.

Messgrößen für die Auswertung

Ausgewertet werden Präsenz-/Absenzangaben zu den Zielarten. Je nach Nachweismethode und Umfang der Nachweise lassen sich auch Angaben zur lokalen Häufigkeit der Arten auswerten, z.B. Anzahl Nachweise einer Art oder Bestandesschätzungen gemäss Fang-Wiederfangmodellen.

Referenzen

- Hoffmann, A., Decher, J., Rovero, F., Voigt, C., Schaer, J. (2010). Field Methods and Techniques for Monitoring Mammals. S. 482-529.
- Ecke, F., Löfgren, O., Sörlin, D. (2002). Population dynamics of small mammals in relation to forest age and structural habitat factors in northern Sweden. Journal of Applied Ecology, 39(5), 781-792.
- Danuser, P. (2012). Kleinsäuger auf Waldstandorten unterschiedlicher Entwicklungsstufen im Wildnispark Zürich. Bachelorarbeit ZHAW, 83 pp.
- Capt, S. (2012). Memorandum für den Fang von Kleinsäugern. Dokumentation zuhanden der Projektmitarbeiter und -mitarbeiterinnen bei den Erhebungen zur Roten Liste der Kleinsäugetiere.
- Gerner T. (2018). Fang, Markierung und Beprobung von freilebenden Wildtieren. Vollzugshilfe zur Überwachung der Bestände und bei Erfolgskontrollen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1829. 52 S.
- McCleery, R., Monajem, A., Conner, L. M., Austin, J. D., Taylor P. J (2021). Methods for Ecological Research on Terrestrial Small Mammals.
- Gurnell, J. & Flowerdew J.R. (2019). Live Trapping Small Mammals: A Practical Guide.
- Melcore, I., Ferrari, G., & Bertolino, S. (2020). Footprint tunnels are effective for detecting dormouse species. Mammal Review, 50(3), 226–230

Etablierung der Methode

Sowohl Transekte mit Lebendfallen als auch Spurentunnel und Kotröhren sind auch international gut etablierte, bewährte Methoden für den Nachweis von Kleinsäugern. Sie werden in verschiedenen Varianten für wissenschaftliche Studien angewendet (siehe z.B. Ecke et al. 2002).

Bemerkungen

Mit den beschriebenen Methoden sind nur Präsenz/Absenz-Aussagen pro Linientransekt möglich. Bei der Planung und der Interpretation müssen die Reviergrößen der Zielarten berücksichtigt werden.

Weitere Methoden

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Methoden können zum Nachweis von Schläfern auch Bilchkästen und für die Haselmaus zusätzlich Neströhren eingesetzt werden (siehe Bemerkungen im Abschnitt 2.4.1). Die darin von Haselmäusen gebauten Nester erlauben einen Artnachweis, die anderen Schläferarten müssen bei Kontrollen lebend in den Kästen angetroffen werden. Ebenfalls können Fotofallen eingesetzt werden, welche in Sträuchern montiert und auf einen Duftköder aus Obstsaft oder Hanföl gerichtet sind. Als weitere Methode können mit Wärmebildkameras Transekte entlang von Hecken oder Waldrändern abgegangen werden. Festgestellte kleine Säugetiere müssen kurz mit einer Taschenlampe beleuchtet werden, damit eine Artbestimmung möglich ist.

Zum Nachweis von Spitzmäusen können neben dem Lebendfang auch Fotofallenkisten eingesetzt werden. Diese Methode erlaubt in den meisten Fällen nur eine Bestimmung auf Gattungsniveau, ermöglicht aber durch längere Aufnahmezeiten eine Aussage über die Aktivität der Spitzmäuse am Standort.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Adrian Dietrich, UNA AG, Bern.
- Thomas Briner, Naturmuseum Solothurn.

A2.3.2 Fledermäuse

Anwendungsbereich

Alle Waldtypen

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen erstens mehr verschiedene Fledermausarten vorkommen und zweitens die Flugaktivität der Fledermäuse höher ist als in Wäldern ohne Massnahmen.

Beschreibung

In der Schweiz nutzen praktisch alle der 30 einheimischen Fledermausarten mindestens teilweise den Wald als Lebensraum. Je nach Art unterscheiden sich die wesentlichen Merkmale und die Ansprüche an den Waldlebensraum jedoch stark. Während einige Arten Waldränder als Leitstrukturen nutzen (Flugkorridore), profitieren andere Arten von einem reichhaltigen Insektenangebot im Waldesinneren (Jagdlebensräume). Manche Arten jagen dicht über dem Boden, andere entlang von Strukturen, wieder andere mitten in oder gar über den Baumkronen. Viele Fledermausarten nutzen zudem Baumhöhlen für ihre Tagesschlafverstecke, aber auch für Wochenstubenquartiere, Balzquartiere, Winterschlafquartiere) und sind deshalb auf eine gutes Alt- und Totholzangebot angewiesen. Durch ihre hohen, oft artspezifischen Ansprüche an die Waldstruktur werden Fledermäuse deshalb bereits heute erfolgreich für die Erfolgskontrolle von Managementmassnahmen verwendet (z.B. Natura 2000).

Die hier beschriebene Methode verwendet Vollspektrum-Ultraschall-Recorder, um die Fledermausarten nachzuweisen. Die Recorder werden im Wald stationär installiert. Mit diesen Geräten kann die Anzahl Arten und die Aktivität der Fledermäuse vergleichsweise einfach erfasst werden. Die Analyse der aufgenommenen Rufe benötigt jedoch viel Zeit und Fachwissen und muss durch ausgewiesene Spezialist:innen erfolgen. Nicht alle aufgenommenen Rufe sind eindeutig einer Art zuweisbar.

Vorschlag für einen Standard

- Die Fledermäuse werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen (als Kontrollfläche). Aufgrund der Flugaktivität der Fledermäuse werden grosse Untersuchungsflächen benötigt. Ideal ist eine Ausdehnung der Untersuchungsflächen im Bereich von 100 Hektaren. Bei kleineren Untersuchungsflächen sollte die Anzahl der eingesetzten Aufnahmegeräte verringert werden.
- Für die Aufnahme werden Vollspektrum-Ultraschall-Recorder verwendet.
- Die Erhebungen erfolgen in zwei verschiedenen Zeitfenstern: 1) während der Reproduktionszeit (1. Juni bis 31. Juli), und 2) während der Paarungszeit (10. August bis 30. September).
- Pro Zeitfenster und pro Standort soll während mindestens 3 aufeinander folgenden Nächten simultan aufgezeichnet werden.
- Pro Untersuchungsfläche sollen wo immer möglich 8 Aufnahmegeräte simultan eingesetzt werden: simultane Aufnahme der Rufsequenzen einerseits am Waldboden (ca. 2 m über Boden) und andererseits im Kronenbereich. Ein Viertel aller Geräte ist im Kronenbereich anzubringen.
- Die Aufnahmegeräte müssen an möglichst geräuscharmen Orten aufgestellt werden (nicht direkt an Strassen oder Schienen und nicht neben turbulenten Fließgewässern). Der Mindestabstand zwischen zwei Aufnahmegeräten soll ca. 20 Meter betragen, so dass jedes Gerät ausserhalb der Aufnahme-Reichweite des nächsten Geräts liegt.
- Die Mikrofone sind so zu platzieren, dass die Echobildung minimiert wird. Wenn immer möglich wird ein Abstand von 10 m zu harten, glatten Oberflächen (inkl. Wasser!) eingehalten.
- Die Auswertung der Rufe erfolgt in einem ersten Schritt automatisiert mithilfe einer spezialisierten Software. In einem zweiten Schritt werden die automatisch erzeugten Resultate kritisch durch eine:n ausgewiesene Spezialist:in überprüft. Es soll eine Validierung nach den Standards der Swiss Bat Bioacoustics Group SBBG (www.sbbg.ch) durchgeführt werden.

- Es ist zu gewährleisten, dass die validierten Artnachweise in die Fledermaus-Faunadatenbank des Fledermausschutzes (KOF/CCO) integriert werden.

Messgrößen für die Auswertung

Ausgewertet werden Präsenz-/Absenzangaben der Fledermausarten, aber auch ihre Aktivität (Anzahl der erfassten Rufsequenzen) der Fledermäuse insgesamt und wenn möglich der einzelnen Arten.

Referenzen

- Bader, E., H. Krättli, H.-P. B. Stutz, P. Wunderlin (2017). Richtlinien zur Manipulation von Fledermäusen: Fang, Immobilisation, Markierung und Probenentnahme. Stiftung Fledermausschutz, Zürich, Schweiz. 69 S.
- Obrist, M. K., Giavi, S. (2016). Bioakustisches Monitoring von Fledermäusen: Methoden, Aufwand und Grenzen. Monitoring bioacoustique des chiroptères: méthodes, coûts et limites. Nature + Paysage. Natur + Landschaft: Inside, (4), 17-21.
- Deplazes, L., Frey-Ehrenbold, A., Ziegler, M., Bontadina, F. (2016). Grosse Fledermausvielfalt in den Waldnaturschutzgebieten des Kantons Zug. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 167(5), 278-285.
- Bader, E., Bontadina, F., Frey-Ehrenbold A., Schönbächler C., Zingg, P. E., Obrist, M. K. (2018). Guidelines for the recording, analysis and validation of bat calls in Switzerland. Report of the Swiss Bat Bioacoustics Group SBBG, Version 1.3e, February 2021. 21 pages
- Krättli, H., Moeschler, P., Stutz, H.-P. B., Obrist, M. K., Bontadina, F., Bohnenstengel, T., Jaberg, C. (2012). Konzept Artenförderung Fledermäuse 2013-2020. Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz. 91S.
- SBBG - Swiss Bat Bioacoustics Group: www.sbbg.ch

Etablierung der Methode

Akkustische Fledermausdetektoren werden seit vielen Jahren angewendet und sind eine gut etablierte Nachweismethode. Die Qualität der Geräte und insbesondere die Software zur Artbestimmung wurden in den letzten Jahren noch deutlich verbessert. Für den gezielten Nachweis besonderer, akkustisch schlecht detektierbarer Arten kann es dennoch nötig sein, im vermuteten Habitat Fangnetze zu stellen und zu überwachen (siehe Abschnitt A2.4).

Bemerkungen

- Zurzeit ist es nicht möglich jede Ultraschall-Sequenz einer Art zuzuordnen, da sich die Rufe von einzelnen Arten und in gewissen Situationen sehr ähnlich sind.
- Die Detektierbarkeit hängt von verschiedenen Variablen ab wie Sensitivität und Richtcharakteristik des Mikrofons, Lufttemperatur, Hintergrundgeräusche sowie artspezifischer Rufcharakteristiken.
- Durch die automatisierte Aufnahme können oft sehr rasch grosse Datenmengen entstehen, die zeitaufwändig sind in der Analyse.

Weitere Methoden

- Fledermäuse können auch mit Stellnetzen nachgewiesen werden. Dies ist vergleichsweise aufwändig, der Fangerfolg ist eher gering und für die Tiere potenziell mit Stress verbunden. Die Netze werden normalerweise am Boden aufgestellt. Arten im Kronenbereich werden dadurch kaum abgedeckt. Beim Netzfang ist für den/die Spezialist:in jedoch die Art meist eindeutig zu bestimmen. Netzfänge kommen primär für die Erfolgskontrolle bei Massnahmen für bestimmte Waldzielarten in Frage, die sich bioakkustisch schlecht bestimmen lassen (siehe Abschnitt A2.4).
- Relativ neu ist der Nachweis von Fledermausverstecken im Wald durch einen Spürhund. Dieser kann auf einer festgelegten Messfläche sämtliche Bäume effizient nach Fledermauspuren absuchen. Diese Methode ist jedoch noch wenig erprobt und in der Schweiz gibt es erst wenige Hunde, die dies verlässlich können. Zudem sind für eine sichere Bestimmung auf Artniveau weitere Abklärungen nötig (Abfänge oder genetische Bestimmung anhand von Kot).

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz, KOF: Elias Bader, Hubert Krättli, Manuela Manni Joss.
- Centre de Coordination Ouest pour l'étude et la protection des chauves-souris (CCO), Jérôme Gremaud.

A2.3.3 Brutvögel

Anwendungsbereich

Alle Waldtypen

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr anspruchsvolle und naturschutzfachlich bedeutsame Brutvogelarten vorkommen (grössere Artenzahl) als in Wäldern ohne Fördermassnahmen. Die Häufigkeit dieser Arten ist zudem unter Fördermassnahmen erhöht (mehr Brutreviere).

Beschreibung

Das Angebot an Totholz in einem Wald spielt für viele Vogelarten eine wichtige Rolle. Mehreren Arten bietet Totholz Nistmöglichkeiten. Zudem leben im Totholz zahllose Insekten, welche vielen Vögeln als Nahrungsgrundlage dienen. Es ist deshalb nicht überraschend, dass mehrere Studien einen positiven Zusammenhang zwischen der Menge Totholz und der Siedlungsdichte von waldbewohnenden Vogelarten belegen. Aufnahmen der Brutvögel eignen sich also grundsätzlich für eine Wirkungsanalyse von totholz-fördernden Massnahmen. Aufgrund der nicht zu unterschätzenden Raumsprüche, etwa von Spechten, braucht es allerdings entsprechend grosse Untersuchungsräume, um Effekte nachzuweisen. Weitere, in der Schweiz oft bedrohte Arten, sind auf bestimmte Waldtypen spezialisiert (z.B. lichte, feuchte oder hallenartige Wälder), so dass eine Wirkungsanalyse auf der Grundlage von Erhebungen des Brutbestands in vielen anderen Fällen ebenfalls sinnvoll sein kann.

Für die Erhebungen der Brutvögel werden auf einer festgelegten Route während drei Begehungen alle akustischen und optischen Beobachtungen von potenziellen Brutvögeln festgehalten und davon ausgehend Reviere ausgeschieden. Diese Methode eignet sich besonders gut für alle häufigen Brutvögel mit kleinen Territorien, erfordert aber insbesondere im Wald eine ausgezeichnete Stimmenkenntnis. Bei Arten mit grösseren Revieren sind oft andere Methoden zielführender.

Vorschlag für einen Standard

- Die Brutvogelarten werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Deren Grösse beträgt je einen Quadratkilometer. Auch kleinere Untersuchungsflächen sind möglich, deren erforderliche Mindestfläche liegt allerdings bei 50 Hektaren. Eine der beiden Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem in der Nähe befindlichen Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Die Wegstrecke innerhalb eines Kilometerquadrates sollte ungefähr 5-6 km lang sein. Diese Methode entspricht weitestgehend derjenigen aus dem Monitoring häufige Brutvögel (MHB). Die entsprechenden Anleitungen samt Beilagen finden sich im Internet (siehe Referenzen) hier: <https://www.vogelwarte.ch/de/projekte/monitoring/freiwillige-mitarbeit/monitoring-bruetvoegel>
- Für kleinere Untersuchungsflächen als 1 km² ist die Wegstrecke proportional zur Fläche zu kürzen.
- Erfasst werden alle beobachteten Vögel (sowohl Sichtbeobachtungen als auch rein akustische Beobachtungen). Wenn möglich wird zwischen Männchen und Weibchen unterschieden. Zusätzlich werden auffällige Verhaltensweisen wie z.B. Trommeln oder Nestbau notiert. Simultanbeobachtungen werden als solche ausgewiesen.
- Es werden jeweils 3 Beobachtungsgänge (Begehungen) gemacht. Unterhalb von 1200 m ü.M. soll die erste Begehung möglichst in der zweiten Aprilhälfte erfolgen, die letzte Begehung zwischen dem 15. Mai und dem 15. Juni. Oberhalb von 1200 m ü.M. sollen alle Begehungen zwischen dem 25. April und dem 1. Juli stattfinden. Zwischen zwei Begehungen muss mindestens ein Abstand von einer Woche liegen.
- Der Ausgangspunkt für die Begehung der Wegstrecke kann zwischen den verschiedenen Begehungen unterschiedlich gewählt werden.

- Daten dürfen nur von einer Person erfasst werden, um Ablenkungen zu minimieren. Falls aus Sicherheitsgründen eine Begleitperson notwendig ist, darf diese die kartierende Person nicht stören.
- Da der Zeitaufwande einen starken Einfluss auf die Anzahl gefundener Arten hat, gelten folgende Richtzeiten für die Bearbeitung eines Quadratkilometers: ein Zeitaufwand von 2–3 Stunden in einfacherem und von 3–4, maximal 5 Stunden in schwierigerem Gelände (Gebirgsquadrat mit grossen Höhendifferenzen, Fläche mit hohem Waldanteil).
- Die Aufnahmen starten in der Morgendämmerung und müssen um 11 Uhr morgens abgeschlossen sein.
- Die Aufnahme sollte nicht bei Wind über 3 Beaufort, hörbarem Dauerregen, heftigen Schauern, Schneefall oder bei Nebel stattfinden. Sollten sich die Wetterbedingungen während der Begehung ändern, kann entweder kurz abgewartet werden oder die Begehung an einem anderen Tag fortgesetzt werden.

Messgrössen für die Auswertung

Ausgewertet werden Präsenz-/Absenzangaben zu den Arten der jeweils relevanten Artgilden (z.B. totholzgebundene Arten), aber auch deren lokale Häufigkeit (Anzahl Brutreviere).

Referenzen

- Schmid H., Zbinden N., Keller V. (2004). Überwachung der Bestandsentwicklung häufiger Brutvögel in der Schweiz. Sempach: Schweizerische Vogelwarte. 24 p.
- Schweizerische Vogelwarte Sempach, Monitoring häufige Brutvögel, Anleitung für die Feldaufnahmen:
<https://www.vogelwarte.ch/de/projekte/monitoring/freiwillige-mitarbeit/monitoring-bruetvoegel>

Etablierung der Methode

Die oben beschriebene Methode bildet seit vielen Jahren ein schweizweit bekannter und sehr häufig angewandter Standard. Nur ein geringer Anteil der Vogelarten wird damit nicht oder ungenügend erfasst (siehe Aufzählung unter Bemerkungen).

Bemerkungen

- Die Methode ist besonders für Arten mit eher kleinen Revieren geeignet. Wenig geeignet ist sie für Koloniebrüter, Arten mit grossen Revieren (z.B. Hühnervögel, Greifvögel, Spechte, Rabenvögel) oder solchen mit anderen Aktivitätsmustern (Waldschneepfe, Eulen). Stehen diese Arten im Fokus, sind in Rücksprache mit Spezialist:innen andere Methoden zu bevorzugen. Siehe dazu auch den Abschnitt A2.A2.4.3 «Zielarten».

Weitere Methoden

Akustische Nachweise können auch passiv durch eine automatische Aufnahme d. Gesänge in einem Gebiet erfolgen (passive acoustic monitoring PAM). Werden eine standardisierte Methode und qualitativ hochwertige Mikrofone verwendet, sind die Resultate vergleichbar mit der aktiven akustischen Aufnahme durch eine:n Spezialist:in. Zusätzliche Beobachtungen, welche durch den Feldmitarbeitenden aufgenommen werden (z.B. Hinweise auf Brutern) fehlen jedoch bei dieser Methode mehrheitlich. Auch die Anzahl der vorhandenen Reviere ist kaum abschätzbar. Die Zeit- und Kosteneffizienz des PAM wird sich in Zukunft verändern und hängt stark von der Entwicklung automatischen Auswertungsoptionen ab.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Hans Schmid, Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Samuel Wechsler, Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Alex Grendelmeier, Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

A2.3.4 Reptilien

Anwendungsgebiet

Lichte Wälder, Feuchte Wälder, Waldränder

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr Nachweise von Zielarten gelingen als in Wäldern ohne Massnahmen.

Beschreibung

Sowohl warme als auch feuchte Waldstandorte sind ideale Lebensräume für Reptilien. Wärmeliebende Arten wie die Aspisviper bevorzugen steile Hanglagen oder lichte Wälder sowie Blockhalden oder Felsfluren. In den feuchteren Lebensräumen wie den Auenwäldern im Flachland leben dagegen andere Arten wie die Ringelnatter, welche beispielsweise von Totholz-Ansammlungen und Streuehaufen profitiert.

Um Schlangen zu erfassen, wird ein Transekt begangen, auf dem zuvor künstliche Verstecke für die Tiere ausgelegt wurden. Als künstliche Verstecke eignen sich plattenartige Stücke aus Wellbitumen, Naturkautschuk oder Stahlbleche. Empfohlen wird eine Grösse dieser Verstecke zwischen 50 x 70 cm bis 100 x 80 cm. Für Eidechsen sind diese Platten oder Folien nur bedingt zielführend. Nachweise mittels Sichtbeobachtung sind hier effizienter. Sowohl für Schlangen als auch Eidechsen gilt: Während mindestens 6 Begehungsrunden werden sowohl alle Tiere unter den künstlichen Verstecken als auch alle Sichtbeobachtungen erfasst, d.h. die gefundenen Tiere bestimmt, gezählt und protokolliert.

Vorschlag für einen Standard

- Die Reptilienarten werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Deren Grösse beträgt mindestens eine, besser aber mehrere Hektaren. Eine der beiden Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem in der Nähe befindlichen Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Für jede Fläche wird eine fest definierte Transektroute von konstanter Länge begangen. Die Transektroute verläuft innerhalb des potenziellen Reptilien-Lebensraums. Die empfohlene Transektlänge beträgt zwischen 400 m und 1000 m. Der Transekt kann in mehrere Teilstrecken aufgeteilt werden.
- Die Beobachtungssaison variiert je nach Reptilienart. In der Regel eignen sich sowohl der Frühling als auch der Herbst, wenn exponiertere Sonnenplätze aufgesucht werden. Hochsommertage sind eher ungeeignet, da sich die Tiere bei Hitze stärker zurückziehen und künstliche Verstecke nicht attraktiv sind.
- Spätestens einige Wochen vor der Beobachtungssaison werden ca. 20 künstliche Verstecke entlang des Transeks ausgelegt. So haben die Tiere bis zur Erhebung noch Zeit, sich an die Position der Verstecke zu gewöhnen. Zwischen den einzelnen Verstecken sollte ein Abstand von mindestens 10 m eingehalten werden. Die künstlichen Verstecke müssen beschriftet sein, so dass Passanten der Zweck des ortsfremden Materials klar wird und sich bei Fragen an eine Kontaktperson wenden können.
- Tipps für die Platzierung der Verstecke: Die Verstecke sollten an Wald- oder Gehölzrändern angebracht werden, idealerweise direkt neben Büschen, Totholz oder anderen kleinen Strukturen. Diese Bereiche bzw. Stellen sind für Reptilien besonders interessant. Die Verstecke müssen mindestens einen Teil des Tages von der Sonne beschienen werden. Liegen die Verstecke zu sehr im Schatten, bleiben sie unbenutzt. Die Verstecke sollen nicht auf offenen Boden sondern auf eine Laubstreu- oder Grasschicht von 2-3 cm Dicke gelegt werden. Das Versteck sollte auf möglichst viel Fläche in direktem Kontakt zu dieser Streuschicht stehen. Sollten die Verstecke im Verlauf der Saison einwachsen, können sie am Ort leicht verschoben werden. Ebenso sollten sie verschoben werden, wenn sich in grosser Zahl Ameisen darunter einnisteten (1 Meter reicht aus).

- Wenn möglich sollten die Begehungen der Transektroute zwischen 8:00 und 11:00 oder am späten Nachmittag von 15:00 und 18:00 stattfinden (Mittagshitze vermeiden).
- Für die Begehungen müssen gute Wetterbedingungen herrschen: ideal sind mässige Bewölkung (kein intensiver Sonnenschein), kein Niederschlag und keine starken Winde.
- Während des Abschreitens des Transeks werden die Verstecke mit Lederhandschuhen (um Bissverletzungen von Vipern zu vermeiden!) behutsam angehoben und geprüft, ob sich darunter Reptilien eingefunden haben. Auf der Transektsbegehung werden sowohl Sicht- wie auch Versteckbeobachtungen notiert.
- Der Transekts soll mindestens sechs Mal pro Jahr zwischen Mitte April und Ende September bearbeitet werden. Die Begehungen sollten dabei mindestens eine Woche auseinanderliegen. Je grösser die Zahl der Begehungen, desto höher ist die Beobachtungswahrscheinlichkeit von seltenen Arten wie Aspisviper oder Schlingnatter.
- Jedes angetroffene Reptil wird zur Dokumentation am Ort der Beobachtung fotografiert. Bei einigen Arten erlauben es Fotos bestimmter Körperpartien, einzelne Individuen voneinander zu unterscheiden. Dies kann Hinweise auf die Grösse der Population geben. Solche Detail-Fotos müssen aber durch Spezialist:innen gemacht werden, weil die Tiere womöglich in die Hand genommen werden müssen.

Messgrössen für die Auswertung

Ausgewertet werden einerseits Präsenz-/Absenzangaben zu Zielarten, andererseits auch die Anzahl Beobachtungen pro Art.

Referenzen

- Fitch H.S. (1992). Methods of sampling snake populations and their relative success. Herpetological Review 23:17–19.
- Lourdais O., Miaud C. (coord.) (2016). Protocoles de suivi des populations de reptiles de France, « POPReptile 2 : Suivis temporels ». Société Herpétologique de France 2022.
- Roth, M., Meyer, A., Dummermuth, S. (2015). Empfehlungen zur Aufwertung von Reptilienshabitaten im Wald durch forstliche Massnahmen (Auflichtungen, Durchforstungen). Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz.

Etablierung der Methode

Der Nachweis von Reptilien mittels Sichtbeobachtungen und/oder mit künstlichen Verstecken ist die schweizweit am häufigsten verwendete Erhebungsmethode für Reptilien. Dieser Ansatz wird auch für den gezielten Nachweis einzelner, besonderer Arten angewendet (siehe Abschnitt A2.4), wobei je nach Art die künstlichen Verstecke Vorteile haben oder nicht (siehe Bemerkungen).

Bemerkungen

- Das Auslegen der künstlichen Verstecke erhöht besonders für die Blindschleiche, die Schlingnatter und die Äskulapnatter die Beobachtungswahrscheinlichkeit. Dennoch bleibt der Nachweis von seltenen und versteckt lebenden Reptilienspezies schwierig.
- Für Eidechsen funktioniert die simple Sichtbeobachtung am besten. Für die meisten Schlangen ist die Sichtbeobachtung effizient, sofern die Person ausreichend Erfahrung hat.
- Die Antreffwahrscheinlichkeit von Reptilien im Feld kann stark vom Wetter abhängen.

Weitere Methoden

Durch die Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (info fauna karch) im Jahr 2021 getestet wurde eine passive Nachweismethode für Reptilien mit Fotofallen. Sie scheint zumindest für einige Schlangenarten (Ringelnatter, Gelbgrüne Zornnatter) effizienter zu sein als die Sichtbeobachtung. Für andere Arten (Eidechsen, Aspisviper) schien die Effizienz nicht erhöht. Auskunft gibt: info fauna karch, Sylvain Ursenbacher.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Andreas Meyer & Sylvain Ursenbacher, info fauna karch, Neuchâtel.

A2.3.5 Amphibien

Anwendungsgebiet

Für Wälder, in denen neue Stehgewässer (Weiher, Tümpel) angelegt oder kleine Fliessgewässer oder Quellen aufgewertet oder ausgedolt wurden.

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass im Anschluss an Fördermassnahmen mehr Nachweise von Amphibien-Zielarten gelingen als vor Umsetzung der Fördermassnahmen.

Beschreibung

Die Amphibien und ihre Lebensräume werden in der Schweiz generell durch das Natur- und Heimatschutzgesetz und dessen Verordnung geschützt. Von den 20 in der Schweiz einheimischen Arten und Artkomplexen stehen 14 (70%) auf der Roten Liste. Einige der gefährdeten Amphibienarten kommen typischerweise auch im Wald vor, darunter der Springfrosch oder die Gelbbauchunke.

Die Amphibien werden während der Paarungszeit an ihren Laichgewässern erfasst (Ausnahme: Feuersalamander). Nachweise im Landlebensraum der Arten wären viel schwieriger. Pro Laichgebiet wird eine Liste aller dort beobachteten Arten erstellt und pro Art die Anzahl der gesichteten oder rufenden Individuen notiert. Diese Individuenzahl entspricht nicht der effektiven Bestandesgrösse, gibt aber einen Hinweis darauf (Korrelation). Amphibien können während einer Saison ihren Standort wechseln. Wasserstellen, die näher als ca. 100 m beieinanderliegen, werden deshalb als ein einziges «Laichgebiet» betrachtet und ausgewertet.

Vorschlag für einen Standard

- Die Amphibenvorkommen und -Bestände werden vor und nach der Umsetzung der Fördermassnahmen verglichen. Als Untersuchungsfläche dient ein Perimeter mit einem oder mehreren Laichgebieten. Die effektive Grösse der Untersuchungsfläche richtet sich nach dem Umfang der enthaltenen Laichgebiete und kann zwischen einer halben bis mehrere Hektaren gross sein.
- Die erste Erhebung ist die «Nullerhebung» und beschreibt den Ausgangszustand, bevor die Fördermassnahmen stattgefunden haben (als «Kontrollfläche» für den Vergleich). Sind vor den Fördermassnahmen keinerlei Wasserstellen auf der Untersuchungsfläche vorhanden, erübrigt sich die Nullerhebung. Die Folgeaufnahmen zeigen dann, inwieweit sich die Fördermassnahmen auf die Amphibien auswirken.
- Jedes Laichgebiet wird zwischen Anfang März und Ende Juli vier Mal aufgesucht. Die Begehungen werden bei milder, feuchter Witterung durchgeführt. Zwischen den Begehungen sollte ein zeitlicher Abstand von mindestens zwei Wochen liegen.
- Die vier Begehungen finden in vier verschiedenen Zeitfenstern statt, verteilt zwischen Frühjahr und Sommer. Die Zeitfenster orientieren sich an den folgenden Terminen. Abweichungen sind je nach Verlauf der Jahreswitterung sinnvoll:

Begehung	Ungefährer Termin	Tageszeit	Besonders wichtig für
11	10 bis 25. März,	nachts	Springfrosch, Italienischer Springfrosch, Grasfrosch, Erdkröte
2	20. April bis 15. Mai	nachts	Laubfrosch, Geburtshelferkröte, Kreuzkröte, Gelbauchunke, alle Molcharten
3	16. Mai bis 10. Juni	nachts	Wasserfrosch-Arten, Geburtshelferkröte, Kreuzkröte, Gelbauchunke
4	15. Juni bis 31. Juli,	tagsüber	Zustandsbeschrieb Gewässer, Nachweis von Larven, allfällige Nachzügler nach trockenem Frühling

- Bei jeder Begehung wird die Uferlinie der Laichgewässer so vollständig wie möglich abgeschritten und die sicht- oder hörbaren Tiere bestimmt und protokolliert. Bei nächtlichen Begehungen wird eine starke Taschenlampe verwendet, um die Tiere zu erkennen.
- Die reine Beobachtungszeit pro Begehung für ein Laichgebiet (mit allen Wasserstellen) ist limitiert. Die reine Beobachtungszeit ist die Zeitdauer, während der am Gewässer nach Tieren gesucht oder Stimmen abgehört werden (ohne Ortswechsel oder Bestimmungsarbeit). Pro Laichgebiet beträgt sie, abgestuft nach dessen Grösse (Gesamt-Wasserfläche):

1-100 m ² :	20 Min.
101-1'000 m ² :	40 Min.
1'001-10'000 m ² :	60 Min.
>10'000 m ² :	90 Min.

- Die beobachteten Tiere aller festgestellten Amphibienarten werden artweise gezählt. Adulte, Jungtiere und Stimmen werden als effektive Individuenzahlen notiert. Doppelzählungen von Individuen, z.B. einmal als Stimme und einmal als Sichtbeobachtung, sind zu vermeiden.
- Laich, Larven und Metamorphlinge werden ansonsten in 3 Häufigkeitskategorien protokolliert:

Einzelne:	<50 Laich oder Larven,
Viele:	50 bis 1'000,
Massenhaft:	>1'000.

- Eine Ausnahme bilden die Gras- und Springfrösche sowie der Feuersalamander. Die Laichballen von Grasfröschen und den Springfröschen werden bei der ersten Begehung als genaue Anzahl erfasst (ideal wären 2 bis 3 Begehungen kurz hintereinander). Beim Feuersalamander wird bei allen Begehungen die genaue Anzahl der Larven im Bach notiert.
- Der Zustand der Laichgewässer wird mit einer einfachen Checkliste dokumentiert. Erfasst werden dabei die untenstehenden Merkmale. Die Merkmale werden gemäss den Kategorien erfasst, wie sie im Protokollblatt von info fauna karch definiert sind (Download-Link siehe unter Referenzen):

- Anzahl Wasserstellen	- Wasserfläche (m ²) des Laichgewässers
- Art der Abdichtung	- Wasserqualität
- Bewuchsichte am Ufer	- Deckung mit Wasserpflanzen
- Besonnungsgrad der Wasserstellen	- Schwankungen des Wasserspiegels

1 Soll einzig der Feuersalamander nachgewiesen werden, ist auf die erste Begehung (bzw. das erste Zeitfenster) zu verzichten.

Messgrössen für die Auswertung

Ausgewertet werden Präsenz-/Absenzangaben zu Zielarten, aber auch Angaben zu deren lokaler Häufigkeit, ausgedrückt als Populationsgrössenklasse 1 (klein) bis 4 (sehr gross) (nach Grossenbacher 1988).

Referenzen

- Protokollblatt von info fauna karch zur Erfassung von Amphibienbeständen («Amphibieninventar»), Stand Juni 2023. Anleitung dazu als separates Dokument:
- Deutsch: <https://infofauna.ch/sites/default/files/files/publications/objektai.pdf>
Anleitung: https://infofauna.ch/sites/default/files/files/publications/anleitung_objektai.pdf
- Französisch: infofauna.ch/sites/default/files/files/publications/object_ia_0.pdf
Anleitung fr.: infofauna.ch/sites/default/files/files/publications/instruction_object_ia_0.pdf
- Dept. Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau (2023). Amphibienmonitoring des Kantons Aargau. Methodenbeschrieb. 4 S.
- Schmidt, B.R., Gschwend, G., Bachmann, J.A., Dermond, P. (2015). Use of removal sampling to estimate abundance of larval salamanders (*Salamandra salamandra*) in streams. *Amphibia-Reptilia* 36: 87-92.

Etablierung der Methode

Der Nachweis von Amphibien mittels Sichtbeobachtungen und Ruferzählungen ist die schweizweit am häufigsten verwendete Erhebungsmethode für Amphibien. Sie bildet den Methodenstandard für einige langjährige Monitoringprogramme und wird auch für den gezielten Nachweis einzelner, besonderer Arten angewendet (siehe Abschnitt A2.A2.4.5). Bei der gezielten Bestandserhebung einzelner Arten stehen je nach Art unterschiedliche Entwicklungsstadien (Laich, Larven, Adulttiere) oder die Erfassung der Rufer im Fokus.

Bemerkungen

- Die beschriebene Methode folgt dem breit angewendeten Standard von info fauna karch. Alle einheimischen Amphibienarten außer dem Gras- und den Springfröschen und dem Alpen- und dem Feuersalamander lassen sich damit gut erfassen.
- Für den Grasfrosch und die Springfrösche braucht es Zählungen der Laichballen im Frühjahr. Weil sich die Laichballen mit der Zeit akkumulieren, braucht es 2 bis 3 Begehungen, um eine robuste Schätzung der Anzahl Laichballen zu erhalten.
- Feuersalamander werden als Larvenstadien erfasst. Dazu werden Bachläufe zwischen Ende April und Ende Juni bei normalem Wasserabfluss nachts abgeschriften und die Larven von Auge gezählt. Eine etwas anspruchsvollere Version dieser Methode, das «removal sampling», beschreiben Schmidt et al. (2015).

Weitere Methoden

Eine methodische Alternative bietet die molekulargenetische Analyse von Wasserproben. Sie ist aber nur für versteckt lebende Arten (z.B. Kammmolch) zu empfehlen, wenn Wasserstellen schlecht einsehbar sind, z.B. wegen dichtem Schilfbewuchs oder sumpfigen Ufern. Die Resultate sind qualitativ vergleichbar mit der Sichtbeobachtung. Allerdings sind keine Aussagen zur Bestandesgrösse der einzelnen Arten möglich. Auch die verschiedenen Pelophylax-Arten lassen sich nicht ohne weiteres unterscheiden (kein Vorteil gegenüber Sichtbeobachtung). Referenz: Holderegger, R., Stapfer, A., Schmidt, B., Grüning, C., Meier, R., Csencsics, D., Gassner, M. (2019): Werkzeugkasten Naturschutzgenetik: eDNA Amphibien und Verbund. WSL Berichte 81, 56 S.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Benedikt Schmidt, info fauna karch, Neuchâtel.

A2.3.6 Schnecken

Anwendungsbereich

Alle Waldtypen

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr anspruchsvolle und naturschutzfachlich bedeutsame Schneckenarten vorkommen (grössere Artenzahl) als in Wäldern ohne Fördermassnahmen. Zudem treten die einzelnen Schneckenarten unter Fördermassnahmen mit grösserer Häufigkeit auf.

Beschreibung

Für Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen der Waldbiodiversität eignen sich Schnecken gut, da sie sensibel auf Veränderungen ihres Lebensraums reagieren. Aufgrund ihrer geringen Mobilität bilden sie die Auswirkungen der Waldnutzung der vergangenen Jahre und die aktuelle, lokale Lebensraumqualität verlässlicher ab als stärker mobile Organismen.

Für die Erfassung von Schnecken werden in jeder Untersuchungsfläche 10 Messflächen platziert und dort Streuproben (inkl. oberste Bodenschicht) entnommen. Die in den Streuproben enthaltenen Gehäuse werden im Labor auf Artniveau bestimmt. Ergänzend wird innerhalb jeder Messfläche eine zeitlich begrenzte Absuche der restlichen Substrate (z.B. Felsen, Totholz) durchgeführt und alle gefundenen Schnecken bestimmt und protokolliert.

Vorschlag für einen Standard

- Die Schnecken werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Pro Untersuchungsfläche wird an 10 zufällig ausgewählten Stellen jeweils eine Messfläche von 500 m² Ausdehnung untersucht². Ausgehend von ihrem Zentrum hat die 500 m²-Messfläche einen Radius von 12.6 m. Das Vorgehen, wie die Lage der Messflächen ermittelt wird, ist methodenübergreifend im Anhang 1 beschrieben.
- Standardisierte Artenlisten sowie Abundanzschätzungen zu den einzelnen Arten werden pro Messfläche anhand von 5 Streuproben erstellt. Die 5 Streuproben werden in regelmässigen Abständen entlang der kreisförmigen Begrenzung der 500 m²-Messfläche entnommen (im Abstand von 15.8 Metern entlang der 79.2 Meter langen Aussenlinie). Der Standort der ersten Streuprobe wird zufällig ermittelt.
- Streuproben: pro Probestelle wird auf einer Fläche von 25 x 25 cm die Streu plus die oberste Bodenschicht (der oberste Zentimeter der losen Erdschicht) eingesammelt. Die oberste Bodenschicht wird mit einer kleinen Gartenschaufel aufgekratzt und eingesammelt. Alle 5 Streue-/Erdproben werden in eine luftdurchlässige Tasche gegeben, d.h. dürfen vereinigt werden. Sie werden später gemeinsam aufbereitet und ausgewertet.
- Zusätzlich zu den Streuproben wird die gesamte Messfläche von Auge für 90 Minuten abgesucht. Dabei sollen insbesondere andere Substrate und Mikrohabitatem als Streue und Boden berücksichtigt werden (z.B. unter Felsen, an Stämmen und Totholz). Pro Messfläche werden sämtliche beobachtete Schneckenarten notiert, inklusive dem Substrattyp, auf dem sie gefunden wurden.
- Pro Jahr sollen die Schnecken an einem Termin zwischen Mitte September und Ende Oktober erhoben werden, auf jeden Fall noch vor dem ersten Frost.
- Die Erhebung muss in einer Periode mit folgenden Bedingungen durchgeführt werden: Lufttemperatur zwischen 8°C und 20°C, mit vorgängigem Niederschlag, so dass der Boden

2 Werden nebst Schnecken auch Moose oder Gefässpflanzen gemäss separater Methode erfasst, so sind dafür dieselben Messflächen zu verwenden – sofern der Minimalabstand zum Waldrand gegeben ist.

durchfeuchtet und die Bodenstreu feucht, aber nicht nass sind. Bemerkung: ein kurzer Regenguss nach längerer Trockenperiode mag dies noch nicht zu gewährleisten.

- Die Streuproben werden zuerst auf grössere Schnecken untersucht (>5 mm), welche noch im Feld bestimmt werden. Sie werden direkt nach der Bestimmung wieder freigelassen.
- Die Streuproben mit den restlichen Schnecken werden im Labor getrocknet und genauer sortiert. Die einzelnen Schnecken werden je nach Grösse von Auge oder mit Hilfe eines Binokulars herausgesucht und auf die Art bestimmt.
- Sofern die Proben nur kurz getrocknet wurden, kann zwischen lebenden und toten Tieren (Schneckenhäuser) unterschieden werden.
- Alle Schneckenarten werden bestimmt. Für alle in den 5 vereinigten Streuproben einer Messfläche beobachteten Schneckenarten werden die folgenden Angaben protokolliert:

Artname

Anzahl Individuen lebend

Anzahl Individuen tot, mit vollständigem Schneckenhaus

Anzahl Individuen tot, nur als Bruchstück gefunden.

- Hinweis: Je nach Situation sind Randeffekte (Einfluss angrenzender Nutzungen, z.B. Offenland) unerwünscht. In solchen Fällen sollen die 500 m²-Messflächen in mindestens ca. 50 m Distanz vom Rand der Untersuchungsfläche entfernt liegen.
- Die Messflächenzentren werden für allfällige Folgeerhebungen mittels im Boden versenkten Magneten und Farbmarkierungen dauerhaft markiert.
- Um im Gelände die äussere Abgrenzung der 500 m²-Flächen zu finden und sich bei den Aufnahmen im Gelände zu orientieren, sind ein Messband und ein Laser-Distanzmesser hilfreich. So kann die kartierende Person ihre aktuelle Entfernung vom Messflächenzentrum jederzeit und mühelos überprüfen.
- Für jede Messfläche müssen die Stellen der Probenahme nachvollziehbar dokumentiert werden. Zudem werden folgende Lebensraum-Merkmale zur Messfläche notiert: Vegetationstyp, Deckung der Baum-, Strauch-, und Krautschicht, grobe Schätzung des Totholzangebots.
- Fehlen sowohl Streu- als auch Erdschicht (z.B. über Fels, auf einem Baumstrunk), wird das vorhandene Substrat auf der Probefläche von Auge abgesucht und die vorhandenen Schnecken werden eingesammelt und zu den Streuproben dieser Messfläche gegeben. Die Probestelle wird nicht verschoben. Im Extremfall sind für die Probestelle weder Streu noch Schnecken vorliegend.
- Bei Folgeerhebungen müssen die Probeflächen der Streuproben um mindestens 20 cm versetzt werden, um eine Probenahme an exakt derselben Stelle zu vermeiden.

Messgrößen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet werden die Anzahl der Schneckenarten der für den Waldbestand relevanten Gilden (z.B. typische Waldarten, Trocken- oder Feuchtezeiger) pro 500 m²-Fläche und pro Untersuchungsfläche. Ergänzend wird die Abundanz von ausgewählten Arten oder Gilden ausgewertet, z.B. Individuenzahl oder Anzahl Nachweise.

Referenzen

- Kappes, H. (2006). Relations between forest management and slug assemblages (Gastropoda) of deciduous regrowth forests. Forest Ecology and Management, 237(1-3), 450-457.
- Moning, Ch., Müller, J. (2009). Critical forest age thresholds for the diversity of lichens, molluscs and birds in beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated forests. Ecological Indicators 9, 922-932.
- Albano, P.G., d'Occhio, P., Strazzari, G., Succetti, F., Sabelli, B. (2014). Land-mollusc forest communities along an altitudinal transect in northern Italy. Journal of Molluscan Studies (2014) 80: 55–61.

Etablierung der Methode

Ein methodischer Standard für die Erhebung von Landschnecken ist weniger klar definiert als es bei häufiger erfassten Artgruppen wie Brutvögeln oder Amphibien der Fall ist. Für Wälder hat sich die parallele Verwendung von kleinflächig genommenen Streuuproben und flächiger Absuche von Messflächen aber in zahlreichen Untersuchungen bewährt, siehe z.B. Moning & Müller (2009), Albano et al. (2014).

Bemerkungen

- Soll der Bestand einer einzelnen speziellen Zielart erfasst werden, ist die Methode entsprechend zu schärfen. Eine gezielte Absuche spezielle Substrate ist in solchen Fällen häufig zielführend (siehe Abschnitt A2.4.6).
- Bei leeren Schneckenhäusern ist es teilweise schwierig zu beurteilen, wie lange die Tiere bereits tot sind.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Jörg Rüetschi, Hinterkappelen.

A2.3.7 Käfer (xylobionte Arten)

Anwendungsbereich

Für alle Waldtypen geeignet, besonders interessant aber dort, wo alte Entwicklungsstadien von Bäumen und Totholz gefördert werden, sowie in Lichten Wäldern.

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr anspruchsvolle und naturschutzfachlich bedeutsame Käferarten vorkommen (grössere Artenzahl) als in Wäldern ohne Fördermassnahmen. Zudem treten diese Käferarten unter Fördermassnahmen mit grösserer Häufigkeit auf (mehr Nachweise).

Beschreibung

In der Schweiz kommen bis zu 1500 verschiedene Käferarten vor, die von einem passenden Angebot an Totholz abhängig sind. Viele dieser Arten haben besondere Ansprüche an ihr Totholz-Habitat und kommen z.B. nur auf bestimmten Baumarten, Altersstadien der Bäume, besonderen Mikrostrukturen, Stärken oder Zersetzungsgrenzen des Holzes vor. Die Artengemeinschaft der xylobionten Käfer eignet sich sehr gut, um die ökologische Qualität eines Waldbestandes zu dokumentieren. Aufgrund der speziellen Vorlieben der Arten gibt es diverse Methoden, die Käfer zu erfassen. Empfohlen wird hier nur eine einzelne Methode, die aber einen grossen Anteil des Artenspektrums erfassen kann. Sie beruht auf einer Form der «Fensterfalle». Es handelt sich um zwei gekreuzte Plexiglasscheiben mit einem darunterliegenden Fanggefäß (sog. Polytrap-Falle). Käfer (und auch andere Insekten), die im Flug in die Scheibe prallen und herunterfallen, werden im Fanggefäß gesammelt. Gewisse Artgruppen wie z. B. Prachtkäfer (Buprestidae) und Bockkäfer (Cerambycidae) werden nur selten in Fensterfallen gefangen, weshalb diese Methode um Frassspurensuche und Handfänge ergänzt wird.

Vorschlag für einen Standard

Die xylobionten Käfer werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Die Ausdehnung der Untersuchungsflächen soll minimal eine Hektare, idealerweise aber mehrere Hektaren betragen. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).

Zu Totholzkäfern führt das BAFU zusammen mit der HAFL Zollikofen ein Forschungsprojekt durch. Die dort angewendete Erfassungsmethode stellt das Optimum dar und soll auf nationaler Ebene als Standard gelten. Details sind bei Kormann et al. (2018) beschrieben. Eine vereinfachte Variante dieser Methode wird in der Erfolgskontrolle Naturwaldreservate des Kantons Aargau angewendet. Wir schlagen sie nachfolgend als Mindeststandard vor.

Die xylobionten Käfer werden mit Polytrap-Fallen während mindestens 10 Wochen gefangen (I.). Ergänzend dazu werden sie im Feld durch eine:n Käferspezialist:in aufgespürt (II.).

I. Polytrap-Fallen:

- Verwendet werden standardisierte Fensterfallen des Typs «Polytrap». Die Polytrap-Fallen werden Ende April im Gelände installiert. Die Fangperiode beginnt ca. am 30. April und dauert mindestens zehn Wochen. Sie endet also frühestens um den 10. Juli.
- Pro Untersuchungsfläche (Waldbestand) werden mindestens drei Fallen platziert. Details zum Vorgehen dabei sind methodenübergreifend im Anhang 1 beschrieben. Die Lage der Fallen kann zufällig oder aber gezielt neben einer interessanten Totholzstruktur gewählt werden. Letzteres soll durch einen Totholzkäfer-Spezialisten erfolgen. Es wird empfohlen, pro Untersuchungsfläche etwa die Hälfte der Fallen zufällig bzw. gezielt aufzustellen (bei drei Fallen: 2 x zufällig, 1 x gezielt).
- Zwischen den Fallen innerhalb einer Untersuchungsfläche ist ein Mindestabstand von ca. 100 Metern einzuhalten.

- Die Fallen werden alle zwei Wochen geleert und die Fangflüssigkeit ersetzt. Für die Fangflüssigkeit bestehen unterschiedliche Rezepturen (siehe unter Bemerkungen). Die gefangenen Käfer werden im Labor vorsortiert, danach ausgezählt und bis auf die Art bestimmt. Dabei werden alle Käferfamilien berücksichtigt, die xylobionte Vertreter haben. Pro Falle und Leerung wird für jede Art ihre Häufigkeit ermittelt. Für sehr zahlreich auftretende Arten werden Schätzklassen verwendet.

II. Handfang

- Ergänzend zu den Polytrap-Fallen wird jede Untersuchungsfläche zwischen Ende April und Ende Juli mindestens zwei Mal durch eine:n Käferspezialist:in begangen und gezielt nach Totholzkäfern abgesucht. Dabei ist sicherzustellen, dass die ausführende Person ausreichende Kenntnisse zu den Käfern, ihren Frassspuren und Schlupflöchern hat.
- Die Handfänge konzentrieren sich gezielt auf Artgruppen, die mit den Polytrap-Fallen schlecht erfasst werden.
- Festgestellte Käferarten und dazugehörige Fundangaben werden protokolliert und der Fundort mit GPS eingemessen.

Messgrössen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet wird die Anzahl der gefundenen xylobionten Käfer-Arten, die als «emblematisch» (naturschutzfachlich bedeutend) im Sinn bzw. gemäss der Definition von Sanchez et al. (2016) gelten. Ausgewertet werden sowohl deren Artenzahl als auch die Summe der bei Sanchez et al. (2016) artweise definierten Indikatorwerte «Is» (pro Messfläche und pro Untersuchungsgebiet) als auch die Anzahl der Nachweise insgesamt.

Referenzen

- Kormann et al. (2018). Methoden des Artenmonitorings in Naturwaldreservaten der Schweiz. Xylobionte Käfer und Pilze. Berner Fachhochschule HAFL und WSL Birmensdorf. Provisorische Berichtsversion vom September 2018, 14 S.
- Hintermann & Weber AG (2015). Erhebung der Totholzkäferfauna in Naturwaldreservaten des Kantons Aargau. Pilotstudie im Auftrag des Kantons Aargau und des BAFU. Projektbericht und Dokumentation. 60 S.
- Sanchez, A., Chittaro, Y., Monnerat, Ch, Gonseth, Y. (2016). Les Coléoptères saproxyliques emblématiques de Suisse, indicateurs de la qualité de nos forêts et milieux boisés. Bulletin de la Société Entomologique Suisse 89:261-280.

Etablierung der Methode

Polytrap-Fallen in Kombination mit Handfängen haben sich in den vergangenen 10 Jahren als methodischer Standard in der Schweiz, in Frankreich und Deutschland gut etabliert. Innerhalb der verschiedenen Fallentypen (diverse Eklektoren, Leimringe, manuelle Techniken) gelten Polytraps als besonders effizient. Dennoch ist zu beachten, dass damit nur ein Teil des gesamten Artenspektrums erfasst wird. Arten ohne oder mit geringer Flugaktivität werden mit Polytraps nicht entdeckt. Soll gezielt die Präsenz einer einzelnen, speziellen Zielart nachgewiesen werden, ist die Methode entsprechend zu wählen, z.B. eine Suche nach Brutbäumen mit artspezifischen Frassspuren (siehe Abschnitt A2.4).

Bemerkungen

- Das Auftreten der Käfer ist abhängig vom Jahr (mehrjährige Entwicklung vieler Arten) und der Jahreswitterung. Parallel erhobene Referenzflächen im Wirtschaftswald (mit ähnlichen Standortbedingungen und ähnlicher Baumartenzusammensetzung) sind für die Interpretation der Daten unerlässlich.
- Es gibt in der Schweiz nur wenige Spezialist:innen, welche xylobionte Käfer bestimmen können. Allenfalls muss die Auswertung auf ausgewählte Familien beschränkt werden.
- Die Fähigkeit der Polytrap-Fallen ist stark von der Fangflüssigkeit abhängig. Eine Fangflüssigkeit mit Ethanol hat eine stärkere Lockwirkung unbekannter Reichweite. Einerseits

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität – Anhang A2 Methodenbeschreibung Artniveau

werden damit mehr Arten erfasst, andererseits verändert sich dadurch das Artenspektrum.
Bisherige Studien arbeiteten mit verschiedenen Fangflüssigkeiten.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Andreas Sanchez, Yannick Chittaro und Christian Monnerat, Info fauna cscf, Neuchâtel.
- Ulrich Bense, D-Mössingen (Liste der Zielarten).

A2.3.8 Tagfalter

Anwendungsgebiet

Lichte Wälder, Wälder mit grösseren Waldlichtungen, Waldränder mit ausgedehnten Krautsäumen.

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr verschiedene Tagfalterarten vorkommen als in Wäldern ohne Massnahmen. Zudem treten die einzelnen Tagfalterarten unter Fördermassnahmen mit grösserer Häufigkeit auf (mehr Nachweise, grössere Bestände).

Beschreibung

Viele Schmetterlingsarten benötigen ein Netzwerk an Bruthabitate, verteilt über einen grossen Lebensraum, um überlebensfähige Populationen zu bilden. Zudem reagieren sie rasch auf Veränderungen in der Landschaft. Deswegen sind Tagfalter ein guter Indikator für den Zustand ihres Lebensraumes und der Landschaft insgesamt. Im Vergleich zu anderen Insektengruppen sind sie zudem gut erforscht und eindeutig bestimmbar.

Für die Erhebung von Tagfaltern werden auf dem Hin- und Rückweg einer längeren Transektroute alle Tagfalter innerhalb eines 5 m-Radius erfasst. Über die ganze Flugsaison hinweg wird ein Transekt 4- bis 7-mal bei günstigen Wetterbedingungen begangen. Damit können die verschiedenen Flugzeiten der Tagfalter gut abgedeckt werden.

Vorschlag für einen Standard

- Die Tagfalter werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Bei der Standardmethode aus dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz wird auf einer Messfläche von 1 km² ein 2.5 km langes Linientransekt bearbeitet. Aufnahmebereich bildet die Wegbreite plus jeweils ein 5 m breiter Bereich beidseits des Weges. Anstelle eines langen Transekts können bei kleineren Untersuchungsflächen auch mehrere kürzere Transekte oder Serien von Kurztransekten (z.B. 50 m) bearbeitet werden. Als kosteneffizient haben sich Transekte zwischen 500 m und 1500 m Länge erwiesen.

Als Richtschnur gelten folgende Vorgaben:

- Pro Hektare Untersuchungsfläche sind zwischen 25 und 50 Meter Transektroute zu berücksichtigen.
- Pro Untersuchungsgebiet soll die Gesamtlänge des Transekts (Summe aller Transekte) nicht geringer als 500 Meter sein.
- Kleine Untersuchungsflächen werden damit verhältnismässig intensiver abgesucht, um eine Mindestzahl an Artnachweisen für die statistische Analyse zu generieren. Beispiel: Eine Untersuchungsfläche von 9 Hektaren soll mit einer Transektlänge von insgesamt 500 Metern bearbeitet werden. Bei einer Untersuchungsfläche von 23 Hektaren ist eine Transektlänge zwischen 575 m und 1150 m notwendig (ev. aufgeteilt auf mehrere Abschnitte).
- Die Transektrouten werden auf einer Karte als Route fest eingerichtet und für Folgeerhebungen beibehalten. Sie dürfen gezielt in Bereich gelegt werden, wo gute Tagfalterhabitata bestehen (lichte Bereiche, Waldränder), solange das Vorgehen für beide Untersuchungsflächen gleichartig ist.
- Je nach Vegetationshöhenstufe (Bundesamt für Raumplanung 1977) unterscheidet sich die Anzahl der Begehungen pro Saison. Für Details siehe BDM Schweiz (2021):
- Unterhalb der Alpgrünlandstufe: 7 Begehungen.
- In der Alpgrünlandstufe: 6 Begehungen (Gebirgsstufe: 4 Begehungen, aber für Waldflächen kaum relevant).
- Bei den Begehungen wird jeweils genau dieselbe Transektroute bearbeitet.

- Die Zeitfenster von 14 respektive 21 Tagen sind von der Region abhängig und beginnen in den wärmeren Regionen (Wallis, Bergell, südliches Tessin und Puschlav) vergleichsweise früher bzw. enden später als in kühleren Regionen.
- Die Aufnahmen sollten möglichst in regelmässigen Abständen durchgeführt werden, der Mindestabstand von zwei Begehungen beträgt ein Tag.
- Die Transektroute wird abgeschriften und dabei werden alle Tagfalter erfasst, welche vom Wegrand gemessen maximal 5 m vom Bearbeiter entfernt sind. Die Marschgeschwindigkeit des/der Kartierer:in auf der Transektroute beträgt maximal 3 km/h.
- Jedes Transekt wird pro Begehung zweimal abgeschriften – einmal auf dem Hinweg und einmal auf dem Rückweg. Für Hin- und Rückweg werden getrennte Artenlisten protokolliert.
- Die Artbeobachtungen und Individuenzahlen pro Artbeobachtung werden per Smartphone mit einer speziellen App erfasst, die für das Biodiversitätsmonitoring Schweiz entwickelt wurde. Sie kann auf Anfrage kostenlos bezogen werden. Wichtig für die Datenauswertung: die App speichert jede Artbeobachtung lagegenau mit GPS-Koordinate und Häufigkeitsangabe ab.
- Je nach Jahreszeit beginnen die Aufnahmefenster pro Tag zwischen 10 und 11 Uhr und enden zwischen 16:30 und 17:00 Uhr.
- Die Aufnahmen werden nur durchgeführt, wenn folgende Wetterbedingungen herrschen: Lufttemperatur mindestens 13°C, Windstärke höchstens 3 Beaufort und während mindestens 80 % der Aufnahmezeit scheint die Sonne.
- Nach starken Regenereignissen sollten vor einer Begehung, wenn möglich, 2-3 Tage abgewartet werden.
- Zur sicheren Bestimmung einiger Arten ist die Verwendung eines Tagfalternetzes und einer Lupe notwendig.
- Wo immer möglich, werden die Tagfalter direkt im Feld bestimmt. Bei schwierigen Arten kann jedoch ein Beleg zur Bestimmung unter dem Mikroskop mitgenommen werden.

Messgrössen für die Auswertung

- Für die Datenauswertung verwendet werden die Anzahl der gefundenen Tagfalter-Arten (Präsenz-/Absenz-Angaben) ausgewertet, ebenso wie Angaben zu deren lokaler Häufigkeit innerhalb der Untersuchungsfläche (Anzahl Stellen mit Vorkommen der Art oder Summe der Individuenzahlen).

Referenzen

- Altermatt, F., Birrer, S., Plattner, M., Ramseier, P., Stalling, T. (2008). Erste Resultate zu den Tagfaltern im Biodiversitätsmonitoring Schweiz. Entomo Helvetica. 1. 75-83.
- BDM Schweiz (2021). Anleitung für die FeldmitarbeiterInnen zum Indikator «Z7-Tagfalter». www.biodiversitymonitoring.ch/index.php/de/service/methodenbeschriebe.
- Lang, A., Bühler, C., Dolek, M., Roth, T., Züghart, W. (2016). Estimating sampling efficiency of diurnal Lepidoptera in farmland. Journal of Insect Conservation 20(1), 35-48.

Etablierung der Methode

Die Transekt-Methode zur Erfassung von Tagfaltern hat sich in den vergangenen 20 Jahren als methodischer Standard in Europa durchgesetzt. Variabel gehandhabt wird insbesondere die Länge der Transekte und die Anzahl der Begehungen. Diese beiden Eigenschaften können je nach Ziel der Erhebungen angepasst werden (siehe z.B. Lang et al. 2016). Soll gezielt die Präsenz oder der Bestand einer einzelnen, speziellen Tagfalter-Zielart erfasst werden, ist die Methode entsprechend zu gestalten, z.B. als Suche nach Raupen oder Eiern (siehe Abschnitt A2.A2.4.8).

Bemerkungen

- Wie viele andere Insekten können Tagfalterbestände jährlich stark schwanken, abhängig von den Witterungsbedingungen. Es ist deshalb vorteilhaft, wenn die Aufnahmen über mehrere Jahre erhoben werden.
- Je nach Jahreszeitlicher Witterung kann sich die Flugzeit der Tagfalter zwischen den Jahren unterscheiden und die Zeitfenster müssen gegebenenfalls leicht angepasst werden.

Weitere Methoden

Als Alternativen zur Transektmethode kann in einem begrenzten Zeitfenster eine definierte Fläche systematisch abgesucht werden. Dies kann bei kleinen Untersuchungsflächen sinnvoll sein. Oder es werden feste Beobachtungspunkte auf einem Transekt gewählt, von welchen aus die Tagfalter-Arten aufgenommen werden. Im Sinne der Vergleichbarkeit der Ergebnisse empfehlen wir aber die Verwendung der oben ausgeführten Transektmethode.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Yannick Chittaro und Andreas Sanchez, info fauna cscf, Neuchâtel.

A2.3.9 Libellen

Anwendungsbereich

Wälder mit Fliessgewässern und/oder Stehgewässern

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass im Anschluss an Fördermassnahmen mehr verschiedene Libellenarten auftreten werden als vor Umsetzung der Fördermassnahmen. Zudem treten die einzelnen Libellenarten nach Fördermassnahmen mit grösserer Häufigkeit auf (mehr Nachweise, grössere Bestände).

Beschreibung

Da Libellen für ihre Larvalentwicklung auf Wasserlebensräume sowie spezielle Kleinstrukturen in diesem Habitat angewiesen sind, bilden sie gute Indikatoren für den Zustand der Wasserlebensräume. Je nach Art werden fliessende oder stehende Gewässer oder auch andere Wasserlebensräume (Gräben, Quellen, Sümpfe) bevorzugt.

Für die Aufnahme der Libellendiversität werden alle Wasserlebensräume auf einer Messfläche besucht und alle beobachteten Libellenarten notiert. Dabei wird für jedes Wasserstelle eine eigene Artenliste erstellt.

Vorschlag für einen Standard

- Die Libellenvorkommen werden vor und nach der Umsetzung von Fördermassnahmen verglichen. Als Untersuchungsfläche dient ein Perimeter mit einem oder mehreren, stehenden oder fliessenden Gewässern oder anderen Wasserlebensräumen für Libellen (Gräben, Quellen, Sümpfe).
- Die effektive Grösse der Untersuchungsfläche richtet sich nach dem Umfang der enthaltenen Wasserstellen und kann zwischen einer halben bis mehrere Hektaren gross sein.
- Die erste Erhebung ist die «Nullerhebung» und beschreibt den Ausgangszustand des Libellenbestands, bevor die Fördermassnahmen stattgefunden haben (als «Kontrollfläche» zum Vergleich). Sind vor den Fördermassnahmen keinerlei Wasserstellen für Libellen auf der Untersuchungsfläche vorhanden, erübrigt sich die Nullerhebung. Die Folgeaufnahmen zeigen darauf, inwieweit sich die Fördermassnahmen auf die Libellen auswirken.
- Pro Untersuchungsfläche werden möglichst viele Wasserstellen untersucht und für jede Wasserstelle die Libellenfauna separat dokumentiert. Erlaubt die Anzahl Wasserstellen keine Bearbeitung sämtlicher Stellen, wird eine Stichprobe davon bearbeitet. Dabei ist sicherzustellen, dass möglichst viele verschiedenen Typen von Wasserlebensräumen mit mindestens einer Wasserstelle vertreten sind, gemäss der folgenden Kategorien:
 - Stehende Gewässer > 2'500 m²,
 - Stehende Gewässer < 2'500 m²,
 - Fliessende Gewässer < 1 m mittlere Gerinnebreite,
 - Fliessende Gewässer mit 1 bis 5 m mittlere Gerinnebreite,
 - Fliessende Gewässer > 5 m mittlere Gerinnebreite,
 - Temporäre Gewässer mit stark schwankendem Wasserstand,
 - Moore, Sümpfe und Gräben mit stellenweise stehendem Wasser,
 - Quellen.
- Für jede einzelne Wasserstelle werden Aufnahmen ausgeführt und die beobachteten Libellenarten notiert. Für stehende Gewässer und kleinflächige Wasserstellen erfolgen die Aufnahmen punktuell, für Fliessgewässer werden ein oder mehrere 100 m-Transekten abgeschriften.
- Je nach Grösse der betrachteten Gewässer werden eine oder mehrere separate Artlisten erstellt:
- Stehgewässer > 2'500m²: Es werden verschiedenen Beobachtungspunkte ausgewählt und für jeden Punkt eine Artenliste erstellt.

- Stehgewässer < 2'500m²: Hier reicht eine Artenliste.
- Lineare Fließgewässer und Seeufer: Pro 100m wird eine Artenliste erstellt.
- Die Aufnahmen werden an Tagen mit günstigen Wetterbedingungen zwischen 10-16 Uhr durchgeführt: sonniges Wetter, Temperaturen über 17°C, vorzugsweise windstill.
- Unterhalb von 1200 m ü. M. braucht es vier Begehungen, verteilt über die Monate Mai bis August. Die Aufnahmen erfolgen in den Kalenderwochen 18-20 (Mai), 23-25 (Juni), 27-29 (Juli) und 32-34 (August). Oberhalb von 1200 m ü. M. sind nur drei Begehungen nötig, das heißt die Mai-Begehung entfällt. Handelt es sich um reine Waldgewässer (also ohne baumfreie Ufervegetation), so kann ebenfalls auf die Mai-Begehung verzichtet werden, d.h. es finden dann nur drei (tiefe Lagen) bzw. zwei Begehungen (hohe Lagen) statt.
 - Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Begehungen müssen mindestens 2 Wochen Pause liegen.
 - Die oben angegebenen Termine für die Begehungen sind allenfalls der Jahreswitterung anzupassen: In Jahren, wo aufgrund besonders günstiger (milder) Witterung die Libellen früher schlüpfen als sonst, müssen die Zeitfenster um bis zu drei Wochen vorverschoben und in Jahren mit ungünstiger Witterung entsprechend auf später verschoben werden.
 - Zielt die Erfassung auf nur eine Art oder wenige Arten mit vergleichbarer Phänologie ab, so kann die Anzahl der Erhebungen entsprechend reduziert werden (z.B. zwei Begehungen zur optimalen Flugzeit in tiefen Lagen bzw. eine Begehung in hohen Lagen).
 - Die Arten können gezählt oder in folgenden Schätzklassen aufgenommen werden:
 - 1 Individuum,
 - 2-5 Individuen,
 - 6-10 Individuen,
 - 21-50 Individuen,
 - mehr als 50 Individuen.
 - Wo möglich werden pro Artbeobachtung zusätzlich die folgenden Informationen aufgenommen:
 - Zustand (frisch geschlüpfte Individuen),
 - Anzahl Männchen und Anzahl Weibchen,
 - Anzahl Tiere unbestimmten Geschlechts,
 - Verhalten der Tiere notiert (Tandem, Paarung, Eiablage).
 - Die verwendete Zeit am Beobachtungspunkt hängt von der Größe des Gewässers ab: bei grossen Objekten 20 Minuten, bei kleinen 10 Minuten.
 - Für die Bestimmung der Libellen wird ein Fernglas benötigt. Zusätzlich können Einzeltiere zur Bestimmung mit einem Insektenetz gefangen werden.
 - Für jedes Gewässer sollen zusätzlich noch Angaben zum Zustand (Ufervegetation, maximale Breite, Tiefe, etc.) aufgenommen werden.
 - Insbesondere bei Bächen empfiehlt es sich, ergänzend 10 Minuten nach Larven zu keschern (z.B. Quelljungfern) oder das Ufer nach Exuvien abzusuchen (qualitativer Ansatz zur Ergänzung der Artenliste).

Messgrößen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet werden die Anzahl der gefundenen Libellen-Arten (Präsenz-/Absenz-Angaben) aber auch Angaben zu deren lokaler Häufigkeit innerhalb der Untersuchungsfläche, ausgedrückt als Populationsgrößenklasse (Kategorien siehe oben).

Referenzen

- CSCF – Infofauna (2014) Feldprotokoll für die Rote Liste der Libellen.
- Wildermuth, H., Küry, D. (2009) Libellen schützen, Libellen fördern – Leitfaden für die Naturschutzpraxis, Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz Nr. 31/2009, SAGLS.

Etablierung der Methode

Die hier empfohlene Erhebungsmethode gilt als gut etablierter Standard für die Erfassung der Libellen im Rahmen der Aktualisierung der Roten Liste der Schweiz. Sie ist darauf ausgerichtet, eine Vielfalt an Gewässerlebensräumen für Libellen abzudecken. Soll gezielt die Präsenz oder der Bestand einer einzelnen, speziellen Zielart erfasst werden, ist eine entsprechend geschärzte Methode anzuwenden, z.B. die Suche nach Exuvien (siehe Abschnitt A2.A2.4.9) oder die Absuche der Ufer wasserseitig aus einem Boot im Fall von Flusslebensräumen.

Bemerkungen

- Aufgrund der manchmal starken jährlichen Schwankungen der Artbestände ist es optimal, die Erhebung der Libellenfauna über mindestens zwei aufeinander folgende Jahre hinweg durchzuführen. Vorschlag: Erhebung des Ausgangszustandes über zwei Jahre; Folgeerhebungen in mindestens drei verschiedenen Jahren, ev. mit ein bis zwei Jahren Pause dazwischen.
- Werden nur Adulttiere erfasst, kann daraus nicht zwingend gefolgert werden, dass sich die Art im vorliegenden Gewässer fortpflanzt. Die Art könnte von ausserhalb der Untersuchungsfläche zugeflogen sein. Für den Nachweis von Reproduktion in der Untersuchungsfläche wären Exuvien, Larven oder beobachtete Paarungen oder Eiablagen notwendig.

Weitere Methoden

Eine Suche nach Larven von Libellen oder nach Exuvien der geschlüpften Individuen kann eine wertvolle Ergänzung oder sogar Alternative zum Nachweis der Adulttiere darstellen. Dies bietet sich vor allem für Arten an, die als Imagines schwierig zu beobachten sind. Dazu wird an ausgewählten Beobachtungspunkten gezielt nach Exuvien gesucht oder das Gewässer mit einem Kescher nach Libellenlarven abgetastet werden (z.B. für Quelljungfern). Bei beiden Methoden muss jedoch sehr sorgfältig vorgegangen werden, um den Lebensraum nicht zu beeinträchtigen.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Christian Monnerat, Info fauna cscf, Neuchâtel.

A2.3.10 Insekten allgemein

Anwendungsbereich

Wälder mit sonnigen Bereichen: lichte Wälder, grosse Waldlichtungen oder Waldränder

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr Insekten-Biomasse vorhanden ist als in Wäldern ohne Fördermassnahmen. Zudem treten ausgewählte Insekten-Taxa unter Fördermassnahmen in höheren Artenzahlen auf, was auf eine höhere Gesamtbiodiversität schliessen lässt.

Beschreibung

Die Insekten machen unter den mehrzelligen Organismen den grössten Teil der Artendiversität der terrestrischen Ökosysteme aus. Insekten übernehmen in jedem Ökosystem wichtige Funktionen wie die Bestäubung von Pflanzen, Verbreitung von Samen, Zersetzung von tierischen und pflanzlichen Substraten und bilden die Nahrungsgrundlage für viele weitere Arten. Die Vielfalt und die Häufigkeit von Insekten eines Waldes steht im Zusammenhang mit seiner Gesamtbiodiversität und seinem Gesundheitszustand.

Für viele flugfähige Insekten wie z. B. Zweiflügler (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera) sind Malaisefallen eine äusserst effiziente Fangmethode. Dabei werden alle flugfähigen Insekten mit stationären Fallen über einen längeren Zeitpunkt gefangen. Zur Biomassebestimmung dient das Abtropfgewicht. Für den Einsatz in Wäldern sind die Fallen nur für Stellen geeignet, die mindestens 3 Stunden pro Tag der Sonne vollständig ausgesetzt sind. Auf beschatteten Stellen fällt der Fangerfolg deutlich tiefer aus.

Die Fänge mit Malaise-Fallen ergeben ein sehr breites Artenspektrum, dessen Bestimmung jedoch sehr anspruchsvoll ist und allenfalls nur selektiv für einzelne Taxa (Ordnungen oder Familien) erfolgen soll, die für den untersuchten Waldlebensraum eine klare Bewertung erlauben oder eine starke Korrelation zur Gesamtbiodiversität mehrzelliger Organismen aufweisen.

Vorschlag für einen Standard

- Die Insekten werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse erfasst. Die Ausdehnung der Untersuchungsflächen soll minimal eine Hektare, idealerweise aber mehrere Hektaren betragen. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Der Fang der Insekten erfolgt mit Malaise-Fallen. Pro Untersuchungsfläche (Waldbestand) werden mindestens drei Fallen platziert. Die Platzierung der Fallen folgt grundsätzlich dem Vorgehen, wie es methodenübergreifend im Anhang 1 dieses Berichts beschrieben ist. Abweichend dazu gilt erstens die Vorgabe, dass die Fallen an einem Ort mit mindestens drei Stunden direkter (potenzieller) Sonneneinstrahlung stehen müssen. Die Fallen werden so lange in zufälliger Richtung verschoben, bis diese Bedingung erfüllt ist. Zweitens dürfen die Fallenstandorte kleinräumig (im Meterbereich) so gewählt werden, dass die Lichtexposition optimal ist.
- Für das Aufstellen der Falle müssen verschiedene Punkte beachtet werden, damit der Fangerfolg optimal ist (<http://barcoding-zsm.de/malaisefallenaufbau>).
- Zum Betrieb der Malaise-Fallen sind die detaillierten Hinweise bei Ssymank et al. (2018) zu beachten.
- Es gibt grosse Unterschiede in der Bauweise von Malaise-Fallen, welche sich auch auf das gefangene Insektspektrum auswirken. Hier zu verwenden ist das Townes-Modell, siehe bei Ssymank et al. (2018). Die Einflugöffnung soll mindestens einen Durchmesser von 5 cm besitzen und die Fangflasche ein Volumen eines Liters.
- Als Fangflüssigkeit eignet sich eine Mischung aus 80% Ethanol, 1% MEK vergällt; siehe aber den Hinweis zum Metabarcoding im Abschnitt «Weitere Methoden».

- Die Fangflasche muss nach Süden ausgerichtet werden. Die Fangflasche muss allenfalls vor Licht und hohen Temperaturen geschützt werden.
- Die Fangflaschen müssen in regelmässigen Abständen (mindestens alle 14 Tage bei 1l Flaschen) ausgewechselt werden. Dabei sollten die Fallen auf mögliche Beschädigungen (z.B. durch Vögel) überprüft werden.
- Da Alkohol während der Fangzeit verdunsten kann, muss kurz nach der Fallenleerung die Probe mit Ethylalkohol vollständig aufgefüllt werden, sonst beginnen sich die Insekten zu zersetzen und die Probe wird unbrauchbar. Die Konzentration von Ethylalkohol sollte über 80% betragen.
- Werden die Fallen über mehrere Jahre verwendet, muss das Netz jedes Jahr ersetzt werden.
- Für jeden Fallenstandort müssen zusätzliche Informationen zum Standort erfasst werden: Vegetationstyp im Umfeld (ca. 40-50 m Radius), Höhenlage, Foto zu relevanten Zeiten der Vegetationsperiode.
- Vor der Bestimmung der Insektenbiomasse müssen ungewollte Fänge (wie Nacktschnecken etc.) aussortiert werden. Danach werden die gefangenen Insekten über einem Edelstahl-Feinsieb (Maschenweite < 0.5 mm) ausgeschüttet und abgewartet, bis die Tropfenfolge länger als 10 Sekunden beträgt. Dann kann das Abtropfgewicht gemessen werden. Zwischen einzelnen Proben müssen die Siebe und alle verwendeten Material gesäubert und desinfiziert werden, um das Verschleppen von Tieren zu verhindern.
- Möchte man die einzelnen Insekten auf Artniveau bestimmen, müssen die Proben nach dem Fang vorsortiert werden und an die jeweiligen Spezialisten zur Bestimmung übergeben werden. Um die einzelnen Insekten nicht zu stark zu beschädigen, sollte die Proben nur ein- bis zweimal sortiert werden.

Messgrössen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet wird die Biomasse aller Insekten pro Messfläche (Abtropfgewicht). Wenn immer möglich soll zusätzlich die Artenzahl ausgewählter Insektenordnungen oder -Familien ausgewertet werden. Besonders empfohlen sind solche mit einem hohen Indikatorwert für die Gesamtbiodiversität mehrzelliger Organismen (z.B. Heteroptera, Hymenoptera, Coleoptera), siehe z.B. Duelli & Obrist (1998).

Referenzen

- Duelli, P., Obrist, M. K. (1998). In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity and Conservation* 7, 297-309.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., de Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12 (10), e0185809.
- Ssymank, A., Sorg, M., Doczkal, D., Rulik, B., Merkel-Wallner, G., Vischer-Leopold, M. (2018). Praktische Hinweise und Empfehlungen zur Anwendung von Malaisefallen für Insekten in der Biodiversitätserfassung und im Monitoring.

Etablierung der Methode

Malaise-Fallen sind ein seit Jahrzehnten etablierter Methodenstandard, um die lokale Vielfalt von Insekten zu erfassen. Ihre Verwendung für den Nachweis zeitlicher Entwicklungen der Artengemeinschaften ist noch wenig etabliert. In letzter Zeit bekannter geworden ist die Methode durch die Studie von Hallmann et al. (2017) zum Insektenverlust.

Bemerkungen

- Malaise-Fallen sind effizient bei der Erfassung eines sehr breiten Spektrums an flugfähigen Insekten. Die Methode ist gut standardisierbar und kann über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden. Die Probenahme selbst erfordert keine Spezialkenntnisse zu den Zielorganismen. Ein einfach zu erhaltendes Mass ist die Insektenbiomasse.
- Die Insektenbiomasse ist mit der Methode relativ einfach zu erhalten. Die Auswertung der Fänge auf Taxonebene ist dagegen mit erheblichem Aufwand verbunden, da eine grosse

Menge an Insekten und ein sehr breites Artspektrum gefangen wird. Zudem werden für eine Bestimmung auf Artniveau verschiedene Expert:innen für die einzelnen Ordnungen und Familien benötigt.

- Aussagen über die Bodenfauna sind kaum möglich. Sie beschränken sich auf Arten mit im Boden lebenden Larven. Dazu müssten ergänzende Methoden verwendet werden.
- Alle Insekten weisen grosse jährliche Schwankungen ihrer Bestände auf, in Abhängigkeit von Witterung, Entwicklungszyklen, Parasitoiden etc. Deshalb sollten Messungen der Insekten(biomasse) über mehrere Jahre gestaffelt durchgeführt werden.

Weitere Methoden

- Die Insekten-Mischproben aus Malaise-Fallen können auch genetisch mit Metabarcoding-Methoden ausgewertet werden. In diesem Fall muss die Fangflüssigkeit zwingend aus unvergälltem 96% Ethanol bestehen. Auf Ingredienzen, welche die DNA denaturieren könnten (z.B. Essigsäure), ist zwingend zu verzichten. Als Ergebnis des Metabarcodings resultiert eine «Artenliste». Weil jedoch noch nicht alle Arten einwandfrei identifiziert werden, enthält die Liste aber zahlreiche unbestimmte Taxa, die ökologisch nicht interpretierbar sind. Zudem ergeben sich keine Informationen zur Häufigkeit der Arten in den Proben.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Yannick Chittaro, Info fauna cscf, Neuchâtel.

A2.3.11 Gefässpflanzen

Anwendungsgebiet

Alle Wälder, in denen durch ein hohes Lichtangebot in Bodennähe und nährstoffarme Böden eine hohe Vielfalt an Gefässpflanzen oder eine besondere Artengemeinschaft an Gefässpflanzen zu erwarten ist (v.a. Lichter Wald, aber auch vernässte Wälder).

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr anspruchsvolle und naturschutzfachlich bedeutsame Gefässpflanzenarten vorkommen (grössere Artenzahl) als in Wäldern ohne Fördermassnahmen. Zudem treten die einzelnen Gefässpflanzen-Arten unter Fördermassnahmen mit grösserer Häufigkeit auf.

Beschreibung

Etwa 17% der Arten der Schweizer Flora sind Waldpflanzen im engeren Sinn. Dazu kommen viele Arten der Feuchtgebiete und der Trockenstandorte, die in einigen besonderen Waldgesellschaften typischerweise vorkommen. Vor allem diese Arten sind naturschutzfachlich von Interesse und werden mit Massnahmen gezielt gefördert. Um sie zu erfassen, werden klassische Vegetationsaufnahmen eingesetzt. Für ihre räumliche Anordnung gibt es zahlreiche Varianten. Wir empfehlen eine Methode, die einen Kompromiss darstellt zwischen hoher Reproduzierbarkeit und einer grossen Flächenabdeckung, da viele Arten, die in geringer Dichte wachsen, durch kleine Aufnahmeflächen schlecht erfasst werden.

Vorschlag für einen Standard

- Die Gefässpflanzen werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Pro Untersuchungsfläche wird an 10 zufällig ausgewählten Stellen jeweils eine Messfläche von 10 m² und eine Messfläche von 500 m² untersucht. Die beiden kreisrunden Messflächen werden ausgehend vom gleichen Zentrum im Gelände definiert, überlagern sich und bilden somit ein Paar. Die 10 Messflächen-Paare dürfen sich ansonsten gegenseitig nicht überlappen. Das Vorgehen, wie die Lage der Messflächen ermittelt wird, ist methodenübergreifend im Anhang 1 beschrieben.
- Ausgehend vom jeweiligen Zentrum hat die Aufnahmefläche einer 10 m²-Messfläche einen Radius von 1.78 m, diejenige einer 500 m²-Messfläche einen Radius von 12.6 m.
- Die Messflächenzentren werden für allfällige Folgeerhebungen mittels mit im Boden versenkten Magneten und mit Farbmarkierungen dauerhaft markiert.
- Für die Aufnahme der 10 m²-Messflächen empfehlen wir die Verwendung eines Pflanzenzirkels. Für die Abgrenzung der 500 m²-Flächen sind ein Massband und ein Laser-Distanzmesser hilfreich. So kann die kartierende Person ihre aktuelle Entfernung vom Messflächenzentrum jederzeit und mühelos überprüfen.
- Auf allen 10 m²-Messflächen wird eine vollständige Liste aller Gefässpflanzen angefertigt. Für jede Art erfolgt eine Deckungsschätzung gemäss der Skala von Braun-Blanquet. Das Vorgehen dabei entspricht den Vorgaben im Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM Schweiz 2021).
- Auf jeder 500 m²-Messfläche wird während einer standardisierten Zeitdauer von maximal 20 Minuten eine Gesamtartenliste erstellt. Die bereits festgestellten Arten der 10m²-Messfläche werden übernommen, ergänzend erfolgt die Suche nach zusätzlichen Gefässpflanzenarten. Auf den 500 m²-Flächen erfolgt für alle Arten (auch diejenigen der 10 m²-Fläche) eine grobe Häufigkeitsschätzung in folgenden Kategorien: selten, mittelhäufig, häufig. Besondere Arten, die in der Messfläche vorkommen, können allenfalls genauer erfasst werden (z.B. Zählung der Sprosse).
- Pro Messfläche findet mindestens eine Aufnahme zu einem phänologisch optimalen Zeitpunkt statt. Methodisch ideal sind zwei Aufnahmen pro Saison (eine im Frühjahr und eine im Sommer).

Messgrössen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet werden die Anzahl der gefundenen Gefässpflanzen-Arten der für den vorliegenden Waldbestand relevanten Gilden (z.B. typische Waldarten, Trocken- oder Feuchtezeiger) pro 10 m²-Messfläche, pro 500 m²-Fläche und pro Untersuchungsfläche. Ergänzend wird die Abundanz von ausgewählten Arten oder Gilden ausgewertet, z. B. Deckungssummen oder Anzahl Nachweise. Deckungswerte erlauben auch eine Gewichtung, um mittlere Zeigerwerte nach Landolt zu berechnen und zu vergleichen.

Referenzen

- BDM Schweiz (2021). Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z9-Gefässpflanzen». www.biodiversitymonitoring.ch/index.php/de/service/methodenbeschriebe.

Etablierung der Methode

In der wissenschaftlichen Literatur sind zahlreiche Varianten von Vegetationsaufnahmen beschrieben, die als Standard herangezogen werden könnten. In der Schweiz hat sich seit Beginn der langfristig ausgerichteten Biodiversitätsmonitoring-Programme Ende der 90er-Jahre die 10 m²-Kreisfläche als Standard zunehmend etabliert. Dies gilt auch für Wälder, sofern die Krautschicht und nicht der Baum- oder Strauchbestand betrachtet wird. In letzteren Fällen setzt das Landesforstinventar LFI den Standard.

Bemerkungen

- Die empfohlene Methode zielt in erster Linie auf die floristische Ausstattung der Untersuchungsflächen und eine quantitative Auswertung des Artenreichtums ab. Aussagen zur Pflanzensoziologie sind anhand der 500 m²-Flächen oder einer Aggregation von 10 m²-Plots bedingt möglich.
- Die oben beschriebene Methode deckt für die Felderhebung relativ grosse Flächen ab. Sehr seltene Arten mit lokalen Vorkommen werden aber dennoch kaum erfasst. Deren Bestände müssten mit speziellen Methoden gezielt aufgesucht, erfasst und dokumentiert werden (siehe Bemerkungen im Abschnitt A2.4.10).
- Ansonsten darf die beschriebene Methodenvariante als erprobt und robust gelten. Leichte Abweichungen in der Form und Anordnung der Messflächen und Vegetationsaufnahmen sind sicher möglich und führen kaum zu grösseren Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Christophe Bornand, info flora, Bern.

A2.3.12 Moose

Anwendungsbereich

Vor allem für Waldtypen geeignet, wo alte Entwicklungsstadien von Bäumen und Totholz gefördert werden.

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr anspruchsvolle und naturschutzfachlich bedeutsame Moosarten vorkommen (grössere Artenzahl) als in Wäldern ohne Fördermassnahmen.

Beschreibung

Moose bilden eine grosse taxonomische Gruppe und sind ein wichtiger Bestandteil der Pflanzendiversität auf dem Waldboden sowie am lebenden und toten Holz. Sie sind wichtig für den Wasser- und Nährstoffhaushalt der Wälder und schützen den Waldboden vor Erosion. Da sie keinen Schutz gegenüber Austrocknung haben, sind sie direkt von Veränderungen des Mikroklimas betroffen. Die Zusammensetzung der verschiedenen Moosarten gibt deshalb Aufschluss über die Qualität des Waldlebensraums, insbesondere über das dort herrschende Mikroklima (Licht und Feuchtigkeit) sowie das Nährstoffangebot.

Um die Artengemeinschaft der Moose beschreiben zu können, wird eine Serie kleiner Messflächen flächendeckend auf Moose abgesucht. Ziel ist es, für die einzelnen Messflächen eine vollständige Liste aller Moosarten zu erzeugen, die zum Aufnahmezeitpunkt innerhalb der Messfläche wachsen. Bei der Suche wird darauf geachtet, dass alle vorkommenden Substrate systematisch berücksichtigt werden. Das Vorgehen entspricht dem Methodenstandard, wie er im Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM angewendet wird (BDM Schweiz 2017, Details siehe dort).

Vorschlag für einen Standard

- Die Moose werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Pro Untersuchungsfläche wird an 10 zufällig ausgewählten Stellen jeweils eine Messfläche von 10 m² und eine Messfläche von 500 m² untersucht³. Die beiden kreisrunden Messflächen werden ausgehend vom gleichen Zentrum im Gelände definiert, überlagern sich und bilden somit ein Paar. Die 10 Messflächen-Paare dürfen sich ansonsten gegenseitig nicht überlappen. Das Vorgehen, wie die Lage der Messflächen ermittelt wird, ist methodenübergreifend im Anhang 1 beschrieben.
- Ausgehend vom jeweiligen Zentrum hat die Aufnahmefläche einer 10 m²-Messfläche einen Radius von 1.78 m, diejenige einer 500 m²-Messfläche einen Radius von 12.6 m.
- Die Messflächenzentren werden für allfällige Folgeerhebungen mittels mit im Boden versenkten Magneten und Farbmarkierungen dauerhaft markiert.
- Für die Aufnahme der 10 m²-Messflächen empfehlen wir die Verwendung eines Pflanzenzirkels. Für die Abgrenzung der 500 m²-Flächen sind ein Massband und ein Laser-Distanzmesser hilfreich. So kann die kartierende Person ihre aktuelle Entfernung vom Messflächenzentrum jederzeit und mühelos überprüfen.
- Auf den 10 m² grossen Messflächen werden alle Moosarten bis in eine Höhe von maximal 1.5 Metern über Boden erfasst.
- Zuerst wird der Anteil der Bodenoberfläche geschätzt, der mit Moosen bedeckt ist. Stehende Bäume, Grosse Steine und liegende Totholzstücke werden hier nicht beachtet. Danach werden der Reihe nach verschiedene Mikrohabitatem auf der 10 m²-Messfläche auf Moose untersucht

³ Werden nebst Moosen auch die Gefässpflanzen gemäss separater Methode erfasst, so sind dafür dieselben Messflächen zu verwenden.

(Waldboden, lebende Bäume und Sträucher, Totholz, Baumstümpfe, Gestein). Alle vorkommenden Moosarten werden auf einem Protokollblatt notiert.

- Der Suchvorgang erfolgt in unterschiedlich grossen Kreisen um das Aufnahmeflächenzentrum, so dass am Ende die gesamte Aufnahmefläche einmal gründlich abgesucht wurde. Der Vorgang ist für alle vorkommenden Substrate zu wiederholen.
- Für jedes Moos wird das Substrat notiert, auf dem es gewachsen ist. Im Zweifelsfall kann eine Art bei mehreren Substraten genannt werden.
- Soweit möglich werden alle Moose im Feld bestimmt. Wo dies nicht möglich ist, darf eine Probe zur mikroskopischen Bestimmung genommen werden. Beim Sammeln allfälliger Arbeitsbelege muss darauf geachtet werden, dass das Moosvorkommen und das Substrat geschont werden. Im Zweifelsfall soll auf die Entnahme einer Probe verzichtet werden.
- Pro 10 m²-Messfläche ist mit einem Suchaufwand von 30 bis 60 Minuten zu rechnen.
- Auf jeder 500 m²-Messfläche wird während einer standardisierten Zeitdauer von maximal 20 Minuten eine Gesamtartenliste erstellt. Die bereits festgestellten Arten der 10m²-Messfläche werden übernommen, ergänzend erfolgt die Suche nach zusätzlichen Moosarten auf der erweiterten Messfläche. Die zusätzlichen Moosarten auf der 500 m²-Messfläche werden ohne Häufigkeitsangabe erfasst.

Messgrössen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet werden die Anzahl der gefundenen Moosarten der für den vorliegenden Waldbestand relevanten Gilden (z.B. typische Waldarten, Trocken- oder Feuchtezeiger) pro 10 m²-Messfläche, pro 500 m²-Fläche und pro Untersuchungsfläche. Ergänzend wird die Häufigkeit von ausgewählten Arten oder Gilden ausgewertet (Anzahl Nachweise).

Referenzen

- BDM Schweiz (2017). Anleitung für die Feldarbeit zum Indikator «Z9-Moose». Auftragnehmer BDM, Hintermann & Weber AG, Reinach, 7 S. www.biodiversitymonitoring.ch/index.php/de/service/methodenbeschriebe.
- Bartels, S. F., Macdonald, S. E., Johnson, D., Caners, R. T., Spence, J. R. (2018). Bryophyte abundance, diversity and composition after retention harvest in boreal mixedwood forest. Journal of Applied Ecology, 55(2), 947-957.

Etablierung der Methode

Moose werden häufig zusammen mit Gefäßpflanzen auf gemeinsamen Messflächen erfasst. In der Schweiz werden Moose sowie Gefäßpflanzen seit Beginn des Biodiversitätsmonitorings Schweiz im Jahr 2001 auf den hier vorgestellten 10 m²-Kreisflächen aufgenommen und ausgewertet. Dieser Standard darf als gut erprobt und robust gelten.

Bemerkungen

Die oben beschriebene Methode verwendet verhältnismässig grosse Messflächen für die Felderhebung. Sehr seltene Moosarten mit lokalen Vorkommen werden aber dennoch kaum erfasst. Deren Bestände müssten mit speziellen Methoden gezielt aufgesucht und dokumentiert werden (siehe Abschnitt A2.A2.4.11).

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Niklaus Müller, Forschungsstelle für Umweltbeobachtung FUB AG, Rapperswil-Jona.
- Ariel Bergamini, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Heike Hoffmann, Swissbryophytes, Zürich (Liste der Zielarten).

A2.3.13 Flechten (baumbewohnende Arten)

Anwendungsbereich

Für alle Waldtypen geeignet, wo alte Entwicklungsstadien von Bäumen gefördert werden.

Ziel der Erhebungen

Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen generell mehr verschiedene Flechtenarten vorkommen als in gleichartigen Wäldern ohne Fördermassnahmen. Insbesondere seltene und gefährdete Flechtenarten sind unter Fördermassnahmen artenreicher, auf mehr Trägerbäumen und mit grösserer Deckung vertreten als in Wäldern ohne Fördermassnahmen.

Beschreibung

Etwas mehr als ein Viertel der 1'800 aus der Schweiz bekannten Flechten leben vorwiegend auf Bäumen und Sträuchern. Ein Baum bietet diverse Kleinstandorte, welche von verschiedenen Arten besiedelt werden. Massgebend für das Vorkommen der verschiedenen Flechten sind die Licht- und Feuchteverhältnisse sowie die Struktur und die Qualität der Borke. Viele national prioritäre, baumbewohnende Waldflechten erst auf alten und dicken Bäumen etablieren können. Solche «Albaumflechten» besiedeln häufig nur ein paar wenige Bäume im Bestand. Albaumflechten eignen sich sehr gut als Zeigerarten für die ökologische Qualität von Wäldern. Sie sind auf die Kontinuität ihres Lebensraums angewiesen und reagieren empfindlich auf Veränderungen des Mikroklimas oder der Waldbewirtschaftung. Der Erhalt alter Wälder und Einzelbäume ist für den Artenschutz bei Flechten zentral.

Für die Erhebung der baumbewohnenden Flechten werden Bäume innerhalb von Messflächen überschaubarer Grösse auf die Präsenz und Häufigkeit von Flechten hin systematisch abgesucht. Für eine repräsentative Aussage zu einem Waldbestand müssen diese Messflächen innerhalb der Untersuchungsfläche wiederholt angelegt werden. Innerhalb der Messflächen erfolgt die Absuche nach Flechten getrennt für verschiedene Mikrohabitatem.

Vorschlag für einen Standard

- Die baumbewohnenden Flechten werden auf zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) erfasst. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Empfohlen werden, wenn möglich, zehn Messflächen pro Untersuchungsfläche (Möglichkeiten zur Aufwandreduktion siehe im Abschnitt «Bemerkungen»). Die kreisrunden Messflächen sind je 500 m² gross (Kreis mit Radius 12.6 m). Die Messflächen werden zufällig innerhalb der Untersuchungsfläche platziert und dürfen einander nicht überlappen. Dies ergibt eine insgesamt abgesuchte Fläche von einer halben Hektare pro Untersuchungsfläche.
- Auf jeder Messfläche werden genau 12 Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) > 13 cm erhoben. Die 12 Bäume werden zufällig ermittelt. Auswahlkriterien sind der BHD und der Säuregrades ihrer Borke (genaues Vorgehen zur Auswahl siehe Scheidegger et al., 2002). Die drei Bäume pro Messfläche mit dem grössten BHD werden in jedem Fall berücksichtigt.
- Pro Baum wird zuerst der Stamm innerhalb von festgelegten Rasterflächen abgesucht. Dazu wird ein Rahmen mit 10 x 50 cm Innenmaß verwendet. Dieser ist in fünf Quadrate von 10 x 10 cm Seitenlänge unterteilt. Der Rahmen wird senkrecht auf den Stamm aufgelegt, und zwar vier Mal, jeweils an der genau nach Norden, Osten, Süden und Westen ausgerichteten Stammseite. Der untere Rand des Rahmens soll auf 1 m Höhe über Boden liegen, der obere Rand auf 1.5 m Höhe.
- Da die standardisierte Suche zwar die Reproduzierbarkeit der Methode erhöht, jedoch gleichzeitig die Anzahl festgestellter Arten vermindert, wird nach der Rastermethode noch der Hauptstamm bis in eine Höhe von 170 cm für 20 Minuten nach noch nicht erfassten Flechtenarten abgesucht. Dazu gehören auch abgehende Äste bzw. deren Bereich unterhalb 170 cm.

- Die Deckung der einzelnen Flechtenarten wird in Schätzklassen aufgenommen (z.B. <1 dm² / 1 dm²-1m² / > 1 m²).
- Wo vorhanden werden zudem heruntergefallene Äste nach Flechten abgesucht. Bei den Ästen werden die drei Äste abgesucht, welche am nächsten zum Zentrum der Messfläche liegen und mindestens einen Durchmesser von 2 cm aufweisen.
- Für jeden untersuchten Baum wird die Baumart und der BHD notiert.
- Soweit möglich werden alle Flechtenarten im Feld bestimmt. Falls dies nicht möglich ist, darf eine Probe zur mikroskopischen Bestimmung genommen werden. Beim Sammeln allfälliger Arbeitsbelege muss darauf geachtet werden, dass das Flechenvorkommen und das Substrat geschont werden. Im Zweifelsfall soll auf die Entnahme einer Flechtenprobe verzichtet werden.

Messgrößen für die Auswertung

Ausgewertet werden Präsenz-/Absenzangaben der Flechtenarten sowie ihre Häufigkeit (Deckungswerte und Frequenzen der Arten, d.h. Anzahl oder Anteil der untersuchten Bäume mit Artnachweis).

Referenzen

- Dietrich, M., Scheidegger, C. (1997). A representative survey of frequency of epiphytic lichens at the regional and national levels and its use for the red list of Switzerland. In: Türk, R.; Zorer, R. (eds.) Progress and Problems in Lichenology in the Nineties – IAL 3, Bibl. Lichenol. 68: 145–154.
- Scheidegger C., Groner U., Keller C., Stofer S. (2002). Biodiversity Assessment Tools - Lichens. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds) Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. NATO Science Series (Series IV: Earth and Environmental Sciences), vol 7. Springer, Dordrecht
- Gasparyan, A., J. M. Sipman, H., Marini, L., Nascimbene, J. (2018). The inclusion of overlooked lichen microhabitats in standardized forest biodiversity monitoring. The Lichenologist. 50. 231-237.

Etablierung der Methode

Der oben angeführte Methodenstandard für baumbewohnende Flechten wurde bereits vor längerer Zeit beschrieben und gilt als erprobt. Allerdings werden Flechtengemeinschaften bei Erhebungen der Waldbiodiversität leider erst selten erhoben und die Erfahrungen und Vergleichsdaten in der Schweiz sind vergleichsweise noch spärlich.

Bemerkungen

- Flechten reagieren auf viele Veränderungen der Umwelt langsamer als andere Artgruppen. Die Deckung bzw. lokale Häufigkeit der Arten reagiert dabei schneller als die Anzahl der lokal vorkommenden Arten. Robuste Messungen der Deckung der einzelnen Flechtenarten sind deshalb wichtig.
- Die Erhebung der zwölf Stämme dauert pro Messfläche im Mittel zirka fünf bis sechs Stunden.
- Um den Arbeitsaufwand zu verringern, können sich die Erhebungen auf die Makroflechten beschränken. Dies ist aber nur bei genügenden Vorkommen von Makroflechten zu empfehlen insbesondere bei luftfeuchten Waldstandorten.
- Aus methodischer Sicht optimal wäre eine Kombination aus hoch standardisierter Erfassung (mit Suchrahmen am Stamm) und breiter Absuche (freie Suche in den übrigen Bereichen). Dies ist mit der vorliegenden Methode nur annäherungsweise gegeben. Seltene Flechtenarten werden allerdings nur entdeckt, wenn die ältesten Bäume eines Bestandes berücksichtigt sind, und die Bearbeiter:in die Bäume vollständig absuchen kann. Seltene Flechten-Zielarten müssen also mit angepassten Methoden aufgenommen werden (siehe Abschnitt A2.A2.4.12)
- Die Methode kann auch auf für die allgemeine Flechtenvielfalt erweitert werden. In diesem Fall werden nach der gleichen Methode auch Gestein-, Totholz- und Erdflechten zufällig ausgewählt. Im zitierten Artikel Scheidegger et al. 2002 ist die Methode für alle vier ökologischen Gruppen (baum-, totholz-, erd- und gesteinsbewohnende Flechten) beschrieben.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Silvia Stofer, SwissLichens, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- Martin Frei, Basel (Liste der Zielarten).

A2.3.14 Pilze (xylobionte Arten)

Anwendungsbereich

Für alle Waldtypen geeignet, wo alte Entwicklungsstadien von Bäumen und Totholz gefördert werden.

Ziel der Erhebungen

- Exemplarischer Nachweis (Fallstudie), dass in Wäldern mit Fördermassnahmen mehr Pilzarten der geförderten Gilden vorkommen als in Wäldern ohne Massnahmen. Ausgewertet werden nur Präsenz-/Absenzangaben der Arten.
- Verbesserte Kenntnisse der lokalen Diversität der xylobionten Pilzarten als vergleichsweise wenig erforschte Artgruppe, insbesondere der naturschutzrelevanten Arten (z.B. Rote Liste Arten, Prioritäre Pilzarten, Waldzielarten usw.) und ihre Entwicklung über die Zeit.

Beschreibung

Als Grosspilze gelten Pilzarten, die von blossem Auge sichtbare Fruchtkörper von mindestens 5 mm Ausdehnung bilden. Für die Rote Liste der Schweiz wurden rund 3000 Pilzarten beurteilt. Sie bilden nur einen Teil der gesamten Vielfalt, die erst unvollständig bekannt ist. Pilze sind zentrale Bestandteile der Waldökosysteme. Sie zersetzen Holz, Laub- oder Nadelstreu und halten so den Nährstoffkreislauf in Gang. Im Wurzelraum unterstützen sie die Waldbäume und auch andere Pflanzen bei der Wasser- und Nährstoffaufnahme. Weil diverse Pilzarten auf spezielle Habitate angewiesen sind, verrät die Funga⁴ viel über den Zustand eines Waldes.

Von Auge sind die meisten Pilze nur dann erkennbar, wenn sie ihre Fruchtkörper ausbilden. Je nach Art ist dies nur für wenige Tage und nur bei günstigem Witterungsverlauf der Fall. Die meiste Zeit ihres Lebens verbringen die Pilze verborgen im Substrat, das sie mit ihren feinen Pilzfäden durchwachsen. Der Aufwand die gesamte Funga einer Fläche zu erfassen, ist riesig. Wir empfehlen deshalb, die Pilzerhebung auf xylobionte Pilze zu beschränken. Dazu sind erprobte Standardmethoden und Referenzwerte aus diversen Wäldern der Schweiz verfügbar. Um die Vielfalt der xylobionten Pilze eines Waldstücks zu erfassen, werden mehrere kleine Messflächen systematisch nach Fruchtkörpern abgesucht. Zusätzlich sollen Totholzproben entnommen werden, xylobionte Pilzarten auch mittels molekulargenetischer Methoden, dem sogenannten eDNA Metabarcoding, zu erfassen. Die traditionelle Fruchtkörpersuche und die molekulargenetischen Untersuchungen ergänzen sich ideal, um die oben formulierten Ziele zu erreichen.

Vorschlag für einen Standard

Zu den xylobionten Pilzen betreibt das BAFU zusammen mit der HAFL Zollikofen seit 2017 ein eigenes Forschungsprojekt. Die dort angewendete Erfassungsmethode soll auf nationaler Ebene als Standard gelten. Auch für die Wirkungsanalyse von Naturwaldreservaten im Kanton Aargau wurde die Methode von 2015 bis 2022 erfolgreich angewendet. Details sind bei Kormann et al. (2018) beschrieben.

- Es werden zwei Untersuchungsflächen gleicher Grösse (eine bis mehrere Hektaren) abgegrenzt. Eine der Untersuchungsflächen liegt in einem Waldbestand mit, die andere in einem Bestand ohne Fördermassnahmen Biodiversität (als Kontrollfläche).
- Die xylobionten Pilze werden auf 2 x 8 Messflächen von je 500 m² erfasst, die innerhalb der Untersuchungsflächen verteilt liegen. Acht Messflächen befinden sich im Bereich mit Fördermassnahmen, weitere acht Messflächen liegen dagegen in einem Bereich ohne Massnahmen und bilden die Kontrollflächen. Je die Hälfte der Messflächen wird zufällig innerhalb der Untersuchungsfläche positioniert bzw. gezielt in Bereiche mit grossem Totholzangebot gelegt.
- Die Erhebung der Pilzarten erfolgt einmal im Frühsommer und einmal im Herbst. Die Erhebung der 2 x 8 Messflächen wird in zwei aufeinanderfolgenden Jahren wiederholt. Total werden also innerhalb von zwei Jahren 32 Pilzaufnahmen erzeugt. Im zweiten Erhebungsjahr werden neue

Messflächen bestimmt. Diese liegen direkt benachbart zu denjenigen aus dem ersten Jahr, dürfen aber nicht mit ihnen überlappen.

- Teil I. Totholzstücke: Pro Messfläche wird für zwei ausgewählte Holzstücke eine komplette Erfassung der Fruchtkörper durchgeführt (Frühsommer- und Herbstbegehung). Ergänzend werden im Herbst Bohrmehlproben für eine molekulargenetische Untersuchung mittels eDNA Metabarcoding entnommen.
- Ausgewählte Totholzstücke: Auf jeder Messfläche wird das jeweils grösste (Durchmesser >12 cm) und ein zufällig ausgewähltes Holzstück (Durchmesser 7-12 cm, Länge mind. 2 m) markiert und vermessen (Länge; Mittlerer Durchmesser). Zusätzlich werden Zersetzunggrad und Baumart (sofern noch erkennbar) der Holzstücke notiert. Diese Holzstücke werden nach Pilzen abgesucht. Erfasst werden alle Basidiomyzeten sowie einige grössere, gut erkennbare Ascomyzeten. Ein Teil der Arten kann im Feld eindeutig bestimmt und registriert werden. Nicht sicher bestimmmbare Pilzarten werden in Papiertüten gepackt und abends bei 60°C während 24 Stunden getrocknet und aufbewahrt. Sie werden zu einem späteren Zeitpunkt mikroskopisch nachbestimmt.
- Sind auf einer Messfläche keine oder nicht genügend Totholzstücke vorhanden, welche die Mindestanforderungen erfüllen, so wird die Messfläche in zufällig ermittelter Richtung so weit verschoben, bis ausreichend Totholz vorhanden ist.
- Für die molekulargenetische Untersuchung werden pro Totholzstück jeweils 5 Bohrungen über das Holzstück verteilt. Pro Totholzstück wird das anfallende Bohrmehl gesammelt und bis zur genetischen Analyse tiefgefroren.
- Teil II. Ergänzende freie Suche: Nebst der Erfassung der Pilze auf den Totholzstücken wird jede Messfläche 15 Minuten auf ihrem ganzen Perimeter frei nach zusätzlichen Pilzarten abgesucht. Die hier berücksichtigten Arten umfassen insbesondere Indikatorarten oder Rote-Liste Arten sowie alle Porlinge und alle «stereoiden» Arten. Wo nötig, werden auch hier Proben zur mikroskopischen Nachbestimmung gesammelt, wie oben bereits beschrieben.

Messgrößen für die Auswertung

Für die Datenauswertung verwendet wird die Anzahl der gefundenen Pilzarten pro Messfläche. Die Artenzahlen werden auch differenziert für verschiedene Artgilden berechnet und ausgewertet: Rote Liste-Arten, Anzahl Indikatorarten «Naturwälder» (vereinigte Listen gemäss Nitare (2000), Heilmann-Clausen (2000), Christensen (2004) und Blaschke (2009)), Anzahl poroide Pilzarten.

Referenzen

- Blaschke, M., Helfer, W., Ostrow, H., Hahn, C., Loy, H., Bussler, H., Kriegsteiner, L. (2009). Naturnähezeiger - Holz bewohnende Pilze als Indikatoren für Strukturqualität im Wald. Natur und Landschaft (84)12, S. 560-566.
- Blaser, S., Peter, M., Senn-Irlit, B. (2016). Pilotprojekt xylobionte Pilze. Grundlagen für ein Artenmonitoring in Naturwaldreservaten. Schlussbericht zu Fruchtkörper- und Myceluntersuchungen. WSL Birmensdorf, 67 S.
- Christensen et al. (2004). Wood-inhabiting Fungi as Indicators of Nature Value in European Beech Forests. In: Marco Marchetti (ed.) 2004. Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to operability. EFI Proceedings No. 51.
- Heilmann-Clausen J., Christensen M. (2000). Fungi on dead wood of beech - indicators of habitat quality in European beech forests. Svampe no 42.
- Kormann et al. (2018). Methoden des Artenmonitorings in Naturwaldreservaten der Schweiz. Xylobionte Käfer und Pilze. Berner Fachhochschule HAFL und WSL Birmensdorf. Provisorische Berichtsversion vom September 2018, 14 S.
- Nitare, J. (2000). Signalarter. Skogsstyrelsens Förlag, Jönköping.
- Senn-Irlit, B., Bieri, G., Egli, S. (2007). Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz. Seite 94. Bundesamt für Umwelt und Eidg. Forschungsanstalt WSL, Umwelt-Vollzug Nr. 0718, Bern.

Etablierung der Methode

Der oben beschriebene Methodenstandard für Holzpilze wird seit rund 10 Jahren erfolgreich in umfangreichen Studien und Erfolgskontrollen zur Waldbiodiversität angewendet und darf als erprobten gelten. Sollen einzelne spezielle Zielarten nachgewiesen werden, sind entsprechend ausgerichtete Methoden zu benutzen (siehe Abschnitt A2.A2.4.13).

Bemerkungen

- Das Erscheinen der Fruchtkörper ist stark abhängig von der Jahreswitterung und dem Zeitpunkt der Begehung. Zeitlich parallel erhobene Referenzflächen im Wirtschaftswald sind für die Interpretation der Daten unerlässlich.
- Es gibt in der Schweiz nur sehr wenige Spezialist:innen für die Bestimmung xylobionter Pilze.
- Mangels Referenzsequenzen einzelner Arten sind nicht alle Pilze genetisch eindeutig bestimmbar. Eine Datenbank mit Referenzsequenzen für die Pilze der Schweiz befindet sich jedoch im Aufbau. Dies wird in absehbarer Zukunft die Genauigkeit der molekularen Bestimmungen erheblich verbessern. Trotzdem sind diese Methoden noch wenig erprobt und die Effizienz bei der Erfassung gefährdeter Pilzarten ist noch nicht vollständig klar.
- Molekulargenetische Daten können zu einem späteren Zeitpunkt, z.B. bei einer Wiederholung des Monitorings, nochmals neu analysiert werden und somit von verbesserten Referenzdatenbanken profitieren.

Weitere Methoden

- Das Erfassen der Pilz-Fruchtkörper entlang von linearen Transekten bildet eine methodische Alternative zu den Kleinflächen. Sie wurde beispielsweise bei den Erhebungen für die erste Rote Liste der Pilze angewendet (Senn-Irlet et al. 2007). Für eine Wirkungsanalyse ist sie allerdings weniger geeignet. Die bei den Aufnahmen zu berücksichtigenden Arten müssen nachvollziehbar definiert bzw. eingeschränkt werden, weil der Aufwand sonst rasch sehr gross wird. Bisher hat sich für die Transektmethode kein einheitlicher Standard etabliert.
- Für die molekulargenetischen Untersuchungen mittels Umwelt-DNA (eDNA) können nebst oder ergänzend zu Holzproben auch Boden- oder Luftproben mittels Sporenfallen gesammelt werden. Solche zusätzlichen Proben könnten das Artenspektrum über die xylobionten Pilze hinaus stark erweitern. Dieser noch junge methodische Ansatz könnte für die Detektion von Waldzielarten (siehe Abschnitt A2.A2.4.13) interessant sein.

Hinweise zur Methode haben erteilt

- Andrin Gross & Stefan Blaser, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.

A2.4 Listen mit Zielarten für die Wirkungsanalyse

In diesem Kapitel wird eine Auswahl von Zielarten präsentiert, welche in Rücksprache mit Expert:innen als potenziell geeignet für eine Wirkungsanalyse erscheinen. In diesen Fällen würde der lokale Bestand oder die Häufigkeit einer einzelnen Art in einer Fallstudie untersucht. Bei der Wahl einer Zielart sollte immer deren Verbreitungsgebiet beachtet werden. Einige Arten kommen nur sehr lokal vor und eignen sich deshalb nur dort für eine Wirkungsanalyse. Zudem eignen sich nicht alle Arten für eine quantitative Aussage zur Bestandesgrösse.

Die Tabellen zu den diversen Artgruppen im Kapitel A2.A2.4 enthalten pro Art unter anderem Angaben zur Nationalen Prioritätsstufe sowie zum Gefährdungsstatus gemäss den nationalen Roten Listen. Die Legende zu den verwendeten Abkürzungen ist wie folgt:

Prioritätskategorie der national prioritären Arten

- | | |
|-------|---------------------|
| 1: | sehr hoch |
| 2: | hoch |
| 3: | mittel |
| 4: | mässig |
| K: | regionale Priorität |
| NULL: | keine Priorität |

Status nationale Rote Listen

- | | |
|---------|--|
| EX/ RE: | ausgestorben |
| CR(PE): | veschollen, vermutlich in der Schweiz ausgestorben |
| CR: | vom Aussterben bedroht |
| EN: | stark gefährdet |
| VU: | gefährdet bzw. verletzlich |
| NT: | potenziell gefährdet |
| LC: | nicht gefährdet |
| NA: | regional nicht anwendbar |
| NE: | nicht beurteilt |
| DD: | ungenügende Datenlage |

A2.4.1 Kleinsäuger

Die Kleinsäuger kommen auf der Liste der Prioritären Waldarten nicht vor. Trotzdem eignen sich einige Arten für eine Erfolgskontrolle. Für den Nachweis der unten aufgeführten Zielarten sollten die im Abschnitt A2.A2.3.1 beschriebenen, spezifischen Methoden verwendet werden.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Haselmaus (<i>Muscardinus avellanarius</i>)	4	VU	Wald mit einem Altersstufenmosaik, lichter Wald, Waldrand, buschreiche Regionen	Spurentunnel und Bestimmung der Spuren
Wasserspitzmaus (<i>Neomys fodiens</i>)	4	VU	Deckungs- und strukturreiche Ufer von Gewässern	Kotröhren und anschliessende genetische Bestimmung der Kotherkunft.

Liste der Kleinsägerarten, die sich für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen eignen.

A2.4.2 Fledermäuse

Fledermäuse können anhand ihrer Ultraschallrufe aber auch anhand morphologischer Merkmale bestimmt werden. Nicht jede Art lässt sich allerdings sicher akustisch bestimmen und nicht jede Rufsequenz lässt sich einer Art zuordnen. In den meisten Fällen ist eine Bestimmung auf Artniveau oder zumindest auf Niveau von Sonotypen (Gruppe aus wenigen verschiedenen Arten mit ähnlichen Rufmerkmalen) aber möglich.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Mopsfledermaus (<i>Barbastrellus barbastellus</i>)	3	EN	Reich strukturierte, produktive Wälder, hoher Strukturreichtum, Saumstrukturen, ungenutzt, hoher Alt- und Totholzanteil	Detektor
Mückenfledermaus (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	-	NT	Auenwälder (Hartholz und Weichholzaue), Gewässeraltarme	Detektor
Grosser Abendsegler (<i>Nyctalus noctula</i>)	4	NT	Verschiedene Waldtypen; Auenwälder	Detektor
Kleiner Abendsegler (<i>Nyctalus leisleri</i>)	4	NT	Verschiedene Waldtypen; Auenwälder	Detektor (akustische Bestimmung auf Artniveau oft schwierig)
Grosses Mausohr (<i>Myotis myotis</i>)	1	VU	Hallenwald (insb. Buche)	Detektor
Fransenfledermaus (<i>Myotis nattereri</i>)	1	NT	Verschiedene Waldtypen	Detektor
Bechsteinfledermaus (<i>Myotis bechsteinii</i>)	4	VU	Alter Eichenwald, alter Buchenwald	Netzfang, Detektor (akustische Bestimmung auf Artniveau schwierig)
Kleine Hufeisennase (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	1	EN	Verschiedene Waldtypen	Detektor
Braunes Langohr (<i>Plecotus auritus</i>)	3	VU	Verschiedene Waldtypen	Netzfang, Detektor (akustische Bestimmung nur auf Gattungsniveau möglich)
Alpenlangohr (<i>Plecotus macrobullaris</i>)	1	EN	Verschiedene Waldtypen	Netzfang (akustische Bestimmung nur auf Gattungsniveau möglich)

Liste der Fledermausarten, die typischerweise in Wäldern vorkommen und potenziell für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.

A2.4.3 Brutvögel

Um den Brutbestand zu erheben, eignet sich für viele Brutvogelarten die Revierkartierung am besten. Sie erlaubt zudem die gleichzeitige Erfassung vieler Arten. Möchte man eine spezifische Zielart miterfassen, können zusätzliche Begehungen notwendig sein. Allenfalls kann der Erfolg der Kartierung durch zusätzliche Hilfsmittel wie Klangattrappen gesteigert werden. Deren Verwendung ist jedoch sehr klar zu definieren (Zeitpunkt, Häufigkeit, Lautstärke) und sie sind sparsam einzusetzen, da sie sonst zu übermässigen Störungen während der Brutzeit führen können. Es empfiehlt sich, die verwendete Methode vorgängig mit der Schweizerischen Vogelwarte abzusprechen.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Auerhuhn (<i>Tetrao urogallus</i>)	1	EN	Strukturreicher Bergwald	Verschiedene Erhebungsmethoden: Balzplatzzählungen (ev. auch mittels Kamerafallen), Plot sampling, Spurensuche, ggf. ergänzt mit genetischem Monitoring auf Grundlage der gefundenen Kotproben ¹ , Wärmebilddrohne.
Birkhuhn (<i>Tetrao tetrix</i>)	1	NT	Bergwald, Moore, Waldgrenze	Verschiedene Erhebungsmethoden: Balzplatzzählungen, Plot sampling, genetisches Monitoring mittels Kotproben.
Haselhuhn (<i>Bonasa bonasia</i>)	1	NT	Unterholzreiche montane und subalpine Wälder	Verschiedene Erhebungsmethoden: Kartierungen Typ MHB (allenfalls mit ergänzenden früheren Zeitfenstern und z.T. inkl. Klangattrappen), Monitoring mittels PAM, genetisches Monitoring einzelner Individuen mittels Kotproben.
Waldschnepfe (<i>Scolopax rusticola</i>)	1	VU	Feuchte Wälder, Waldlichtungen	Von einem geeigneten Standort (Waldrand, Waldlichtung u. ä.) wird unterhalb 800 m zwischen 1. Mai und 15. Juni, oberhalb 800 m zwischen 15. Mai und 20. Juni. Abends während mind. 1 h kontrollieren, ob balzende Waldschnepfe anwesend sind; Ausdehnung Zeitfenster und Einsatz von PAM möglich.
Kuckuck (<i>Cuculus canorus</i>)	1	NT	Verschiedene Waldtypen	Brutvogelkartierung analog MHB.
Zwergohreule (<i>Otus scops</i>)	1	EN	Lichte Wälder	Kartierung: Rundgang 1: ab 25. April, Rundgang 2 im Anschluss, Rundgang 3 zwischen 15.7. und Anfang August (Junge sind dann ausgeflogen). Generell darauf achten, ob einem singenden Männchen ein Weibchen antwortet. Einsatz von PAM möglich.
Ziegenmelker (<i>Caprimulgus europaeus</i>)	1	EN	Lichte Wälder	3 Rundgänge zwischen 25. Mai und 15. Juli, jeweils während Abend-Dämmerung. Laue Nächte ohne Wind und Wolken, im Idealfall bei (fast-ganz) Vollmond. Einsatz von PAM möglich.

1 vgl. Mollet P, 2022: Auerhuhn Spurensuche für Erfolgskontrollen und Monitoring – Methodenübersicht. Schweizerische Vogelwarte Sempach.

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität – Anhang A2 Methodenbeschreibung Artniveau

Wiedehopf (<i>Upupa epops</i>)	1	VU	Lichte Wälder, Waldränder	Brutvogelkartierung analog MHB. Falls Wiedehopf-Nachweise gelingen, müssen die Vögel intensiv beobachtet werden, ob ein Bruthochweis besteht.
Wendehals (<i>Jynx torquilla</i>)	1	NT	Lichte Wälder, Totholz, Waldränder	Brutvogelkartierung analog MHB. Prüfen, ob zusätzlich und in klar definiertem Rahmen Klangattrappen eingesetzt werden können.
Grauspecht (<i>Picus canus</i>)	1	EN	Laubholz, Auenwald, Totholz, Waldränder	Drei Rundgänge zeitig im Frühjahr inkl. Klangattrappen, vgl. auch Methode beim Mittelspecht oder https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/biodiversitaet/dateien/kartieranleitung_grauspecht.pdf .
Mittelspecht (<i>Dendrocopos medius</i>)	1	NT	Eichenwald	Min. zwei Rundgänge zeitig im Frühjahr inkl. Klangattrappen; basierend auf der «Methodischen Anleitung zur Erfassung des Mittelspechts in der Schweiz» (Müller et al. 2011).
Kleinspecht	nein	LC	Verschiedene Waldtypen, Totholz	Mind. zwei Rundgänge zeitig im Frühjahr inkl. Klangattrappen, vgl. auch Methode beim Mittelspecht.
Weissrückenspecht (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	nein	VU	Totholz, Buchenwälder in Hanglange, Bergwälder	Drei Rundgänge zeitig im Frühjahr inkl. Klangattrappen, vgl. auch Methode beim Mittelspecht oder https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/intern/dateien/natura2000-kartieranleitung-weissrueckenspecht.pdf .
Dohle (<i>Corvus monedula</i>)	1	NT	Altholzreiche Laubwälder	Brutvogelkartierung (3 Rundgänge im Frühjahr, Beginn ab März, letzter Rundgang sinnvollerweise aber erst im Mai). Bei der Kartierung muss der Schwerpunkt auf das Erfassen von Brutstandorten gelegt werden.
Gartenrotschwanz (<i>Phoenicurus phoenicurus</i>)	1	NT	Lichte Wälder, Totholz	Brutvogelkartierung analog MHB (3 morgendliche Rundgänge im Frühjahr). Falls der Fokus klar auf dem Gartenrotschwanz liegt, sollten die Rundgänge nicht vor dem 25.4. durchgeführt werden.
Mönchsmeise (<i>Poecile montanus</i>), Typ «Weidenmeise»	nein	LC	Lokal Auenwälder, Moore und Jungwuchs im Mittelland und Jura, Totholz	Brutvogelkartierung analog MHB (3 morgendliche Rundgänge im Frühjahr).
Halsbandschnäpper (<i>Ficedula albicollis</i>)	2	EN	Kastanienselven im Tessin und in den Bündner Südtälern	Brutvogelkartierung analog MHB (3 morgendliche Rundgänge im Frühjahr). Falls der Fokus klar auf dem Halsbandschnäpper liegt, sollten die Rundgänge nicht vor dem 5.5. durchgeführt werden.

Liste der Brutvogelarten, die sich als Zielarten für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen eignen.

A2.4.4 Reptilien

Einige Reptilien leben teilweise sehr verborgen und werden auch bei Begehungungen nur selten entdeckt. Bei diesen Arten ist ein positiver Nachweis (Präsenz) für einen Waldbestand zwar machbar, jedoch sehr aufwändig. Bestandesschätzungen sind fast unmöglich. Bei vielen Arten erhöht das Auslegen von Reptilienblechen die Antreffwahrscheinlichkeit.

Tierart	Priorität	Gefährdung	Lebensraum *	Methode
Schlingnatter (<i>Coronella austriaca</i>)	4	VU	an sich rasch erwärmenden Standorten; in Bereichen mit steinigem oder felsigem Untergrund	Auslegen von künstlichen Verstecken und Absuchen eines Gebietes von Auge (Sichtbeobachtung)
Äskulapnatter (<i>Zamenis longissimus</i>)	3	EN	Wälder mit lichtem Unterholz und einer dichten Krautschicht; Sonnige Waldränder; Am Rand von Geröllhalden; Brombeerhecken	Auslegen von künstlichen Verstecken und Absuchen eines Gebietes von Auge (Sichtbeobachtung)
Ringelnatter (<i>Natrix natrix</i> & <i>N. helvetica</i>)	3	EN	Sehr unterschiedliche Habitate; vor allem entlang von Gewässern, in günstigen Gebieten auch an Waldränder und auf -lichtungen	Auslegen von künstlichen Verstecken und Absuchen eines Gebietes von Auge (Sichtbeobachtung)
Aspisviper (<i>Vipera aspis</i>)	2	CR	Lichte, warme Wälder, oft auf felsigem Untergrund; meist an südexponierten Hängen; Geröllhalden; Lawinenkorridore; Bach- oder Flussufer	Auslegen von künstlichen Verstecken und Absuchen eines Gebietes von Auge (Sichtbeobachtung)
Kreuzotter (<i>Vipera berus</i>)	2	EN	Unterschiedliche Habitate mit verschiedenen Kleinstrukturen wie Blockschutt, Geröll, Legesteinmauern, Lesesteinhaufen u.ä.; lichte Wälder und Zwergschneiden	Absuchen eines Gebietes von Auge (Sichtbeobachtung). Künstliche Versteck bringen kaum Vorteile

Liste der Reptilien, die für eine qualitative Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen (Präsenz/Absenz) geeignet sind.

* Die Habitate einer Reptilienart können sich je nach Region, Höhenlage und Standort stark unterscheiden, sogar innerhalb einer Art. Die Angaben sind als grobe Hinweise zu verstehen.

A2.4.5 Amphibien

Amphibien nutzen in während eines Jahres sowohl Land- wie auch Wasserlebensräume. Der Nachweis der Amphibien ist jedoch während ihrer Laichperiode am einfachsten, da sie in dieser Zeit besser aufzufinden sind und die meisten Arten sich im Umkreis von Gewässern versammeln oder zumindest aufhalten (Ausnahme: Alpensalamander). Die Suche nach Amphibien sollte deshalb an die Laichzeit der jeweiligen Art angepasst sein. Zudem sollten die Wetterbedingungen möglichst optimal gewählt werden (warm-feuchte Witterung).

Tierart	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Gelbbauchunke (<i>Bombina variegata</i>)	3	EN	Warme, flache Kleingewässer mit stark schwankendem Wasserspiegel	Zählung der Adulttiere und Rufer am Laichgewässer, nachts, mit Taschenlampe
Fadenmolch (<i>Lissotriton helveticus</i>)	4	VU	Verschiedene Gewässer, meist in halbschattiger Lage	Mehrfaache Absuche von geeigneten Stehgewässern, nachts, mit Taschenlampe
Springfrosch (<i>Rana dalmatina</i>)	3	EN	Stehende Kleingewässer mit starken Schwankungen des Wasserspiegels und oft starken Bewuchs mit Wasservegetation	Zählung der Laichballen während 2-3 Begehungen
Italienischer Springfrosch (<i>Rana latastei</i>)	3	VU	Stehende und fliessende Gewässer in Auenwäldern oder feuchten Wäldern	Zählung der Laichballen während 2-3 Begehungen
Feuersalamander (<i>Salamandra salamandra</i>)	4	VU	Feuchte Wälder, Larven in Waldbächen mit Kolken oder langsam fliessenden Abschnitten	Larvensuche in Bächen, Abschreiten potenzieller Larvengewässer zwischen Ende April und Ende Juni, tagsüber
Italienischer Kammmolch (<i>Triturus carnifex</i>)	3	EN	Meist in grösseren Gewässern, z.B. Altwasserarmen, in Auengebieten, Riedwiesen oder Flachmooren	Mehrfaache Absuche von geeigneten Stehgewässern, nachts, mit Taschenlampe. Einsatz von Reusenfallen möglich, aber nur für erfahrene Personen
Nördlicher Kammmolch (<i>Triturus cristatus</i>)	3	EN	Meist in grösseren Gewässern, z.B. Altwasserarmen, in Auengebieten, Riedwiesen oder Flachmooren	Mehrfaache Absuche von geeigneten Stehgewässern, nachts, mit Taschenlampe. Einsatz von Reusenfallen möglich, aber nur für erfahrene Personen

Liste der Amphibien, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.

A2.4.6 Schnecken

In der Vollzugshilfe zur Biodiversität im Wald (Imesch 2015) sind unter den national prioritären Waldzielarten keine Schnecken vertreten. Dennoch gibt es Schneckenarten mit hohen Ansprüchen an die Qualität des Waldlebensraums, die sich als Zielarten für eine Wirkungsanalyse eignen. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Schneckenarten sind typische, anspruchsvolle Waldarten, die im Feld leicht auffindbar und kaum zu verwechseln sind.

Um den Erfolg der Schneckensuche zu steigern, sollten möglichst günstige Wetterbedingungen gewählt werden. Bei feuchter Witterung sind Schnecken besonders aktiv und die Suche nach ihnen damit deutlich erfolgreicher. Je nach Art sollte dabei ein anderes Substrat bevorzugt abgesucht werden. Bei sehr kleinen Arten ist eine Probennahme von Substrat im Feld mit anschliessender Siebung im Labor sinnvoll.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode	Weitere Hinweise
Studers Schliessmundschnecke (<i>Charpentieria dyodon studeri</i>)	1	EN	Nordexponierte Schneesimsen-Buchenwälder, unter Totholz und Steinen	Absuche von liegenden toten Buchen und Felsnischen	nur Tessin
Gekerpte Jura-Haarschnecke (<i>Trochulus caelatus</i>)	1	VU	Steile Kalkfelswände in feucht-kühlen Habitateen	Absuche von Felsen im Wald	nur Jura (BE, JU, SO)
Sichelmundschnecke (<i>Drepanostoma nautiliforme</i>)	2	VU	Am Boden lebend, im Haselnuss-Kastanien-Buchen-Hopfenbuchen-Buschwald	Sieben von Bodenstreue	nur Tessin
Zierliche Schliessmundschnecke (<i>Ruthenica filograna</i>)	3	EN	Feuchte Waldtobel, Ahorn-Eschen-Buchenwald, im Laubstreu und an Fallholz	Absuche von Stämmen und Totholz	nur Thurgau
Geradmund-Schliessmundschnecke (<i>Cochlodina orthostoma</i>)	3	EN	Kalk- und Nagelfluhfelsen in steilen und feuchten Waldtobeln	Absuche von Bäumen, Baumstümpfen, Felsnischen, Sieben von Bodenstreue	nur nordalpin
Genabelte Maskenschnecke (<i>Causa holosericea</i>)	3	VU	Misch- und Nadelwälder, an morschem Holz und im Schutt	Augensuche	montane und subalpine Wälder
Strobel's Schliessmundschnecke (<i>Neostyriaca strobeli</i>)	3	NT	Bewachsene Waldfelsen (Kalk) und in der Bodenstreue feuchter Laubwälder	Absuche von Felsnischen, Sieben von Bodenstreue	nur Tessin und Bündner Südtäler
Südalpen-Wachsschnecke (<i>Retinella hiulca</i>)	3	NT	Laubstreu von Wältern auf kalkreichem Substrat	Augensuche	nur Tessin
Berg-Haarschnecke (<i>Trochulus montanus</i>)	3	NT	Bewaldete Schluchten (Eschen-Ahorn-Buchenwälder) über kalkreichem Substrat	Augensuche	Jura; laufende genetische Analysen stellen Artstatus wohl in Frage
Schöne Landdeckelschnecke (<i>Pomatias elegans</i>)	4	VU	Vor allem lichte Buchen-, Eschen-, Linden-, Eichenwälder, sonnige Waldränder, auf kalkreichen Böden	Augensuche	ohne Zentralschweiz, Südostschweiz und Wallis
Kleine Tönnchenschnecke (<i>Sphyrapidium doliolum</i>)	4	VU	In Laubstreu und unter Steinen auf warmtrockenen Standorten	Augensuche, Sieben von Bodenstreue	Westschweiz und Sottoceneri
Gestreifte Windelschnecke (<i>Vertigo striata</i>)	4	VU	Erlenbrüche, Sumpfwälder und auch in weiteren feuchten Waldgesellschaften	Sieben von Bodenstreue	nicht im Tessin

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität – Anhang A2 Methodenbeschreibung Artniveau

Zahnlose Schliessmundschnecke (<i>Balea perversa</i>)	4	VU	Alte, bemooste Bäume und bemooste Felsen	Absuche von ritenreicher Rinde von Bäumen oder Felsnischen	Zerstreut in der ganzen CH
Helle Nacktschnecke (<i>Deroceras juranum</i>)	4	VU	Kühl-feuchte, naturnahe Laub- und Mischwälder	Augensuche	Nicht in der Zentralschweiz, Südostschweiz und im Wallis
Ferraris Puppenschnecke (<i>Argna ferrari</i>)	2	VU	Lockerer, feuchter Blockschutt in Wäldern sowie Felsspalten, bevorzugt Kalkgestein	Augensuche, Sieben von Bodenstreue	nur Tessin und Bündner Südtäler

Liste der Schneckenarten, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.

A2.4.7 Käfer (xylobionte Arten)

Um einzelne Käferarten im Wald nachzuweisen, ist eine gezielte Suche nach ihren Brutbäumen meist die Methode der Wahl. Da viele der Totholzkäferarten gewisse Baumarten bevorzugen, ist diese Methode eine effiziente Alternative zur Installation von Käferfallen. Hierbei sind allerdings meist nur die unteren Stamm- und Astbereiche einsehbar. Vorkommen in höheren Bereichen (z. B. in der Krone) werden schlechter erfasst. Bei der Wahl der Bäume sind die Ansprüche der jeweiligen Zielarten zu beachten (z. B. Alter, Gesundheitszustand, Standort, etc.). Aktuelle Vorkommen können anhand frischer Frassspuren oder Ausschlupflöcher erkannt werden.

Bei der Wahl einer Zielart sollte immer deren Verbreitungsgebiet beachtet werden. Einige Arten kommen nur sehr lokal vor und eignen sich deshalb nur dort für eine Wirkungsanalyse. Es ist aber zu beachten, dass Arten weiter verbreitet sein können als bekannt, wenn die Kenntnisse zur Verbreitung wegen schwerer Nachweisbarkeit lückenhaft sind. Zudem eignen sich nicht alle Arten für eine quantitative Aussage zur Bestandesgrösse.

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität – Anhang A2 Methodenbeschreibung Artniveau

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Grosser Eichenbock (<i>Cerambyx cerdo</i>)	2	CR	Lichter Wald, Parkanlagen, Alleen; Vorkommen in der Schweiz nur regional	Suche nach Brutbäumen (besonders Eiche, Esskastanie); Bestandsabschätzung: Differenzierung von älteren und diesjährigen Schlupflöchern
Marien-Prachtkäfer (<i>Chalcophora mariana</i>)	3	EN	Lichter Wald, Kiefernaltbestand; Vorkommen in der Schweiz regional sehr eng begrenzt	Suche nach Brutbäumen; Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Grosser Erlen-Prachtkäfer (<i>Dicerca alni</i>)	3	VU	Auwald, Erlengalerie an Gräben und Bächen; Vorkommen in der Schweiz nur regional	Suche nach Brutbäumen; Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Berliner Prachtkäfer (<i>Dicerca berolinensis</i>)	1	CR	Lichter Wald, Orchideen-Buchenwälder mit exponiertem Totholz in Steillage und hohem Anteil an kränkelnden Bäumen (Sonnenbrand, Wipfeldürre); Vorkommen in der Schweiz regional sehr eng begrenzt	Suche nach Brutbäumen; Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Mulmbock (<i>Ergates faber</i>)	3	EN	Lichter Wald, Kiefernbestand, in Altbestand und jüngeren Beständen; Vorkommen in der Schweiz nur regional	Suche nach Brutbäumen; Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Hirschkäfer (<i>Lucanus cervus</i>)	4	VU	Lichter Wald, insbesondere in Eichenwäldern, auch im Siedlungsbereich	Suche nach toten Käfern und Fragmenten auf Wegen und unter exponierten Eichen (u.U. mit Saftstellen), zusätzliche Suche nach schwärzenden Käfern in der Dämmerung
Körnerbock (<i>Megopis scabricornis</i>)	3	EN	Lichter Wald, Auwald, Baumstreifen an Gräben und Bächen, auch in Streuobstbeständen und im Siedlungsbereich (Alleen, Parkanlagen)	Suche nach Brutbäumen (z.B. Rotbuche, Hainbuche, Ahorn, Obstbäume, aber auch in Pappel und Weide); Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Alpenbock (<i>Rosalia alpina</i>)	4	VU	Lichter Buchenwald, Bergwälder mit exponiertem Totholz in Steillage	Suche nach Brutbäumen und Bruthölzern; Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar
Grosser Linden-Prachtkäfer (<i>Lamprodila rutilans</i>)	4	VU	Lichter Wald mit Vorkommen von Linden, Bergwälder auf Blockschutt; auch Linden im Siedlungsbereich z.B. in Parkanlagen, Alleen, Friedhöfen usw.	Suche nach Brutbäumen (Linden; kränkelnd, absterbend oder abgestorben, auch junge Bäume mit Schadstellen); Aktuelle Vorkommen an frischen Schlupflöchern erkennbar

Liste der Arten der Totholzkäfer, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.
Die Schlupflöcher und Frassgänge dieser Arten sind relativ gut erkennbar.

A2.4.8 Tagfalter

Tagfalter werden normalerweise als adulte Falter nachgewiesen. Für manche Arten ist aber die Suche nach Eiern, Raupen oder Hibernaculi (Überwinterungsstätten) erfolgversprechender (z. B. Zipfelfalter *Satyrium* sp. und Schillerfalter *Apatura* sp.). In diesen Fällen muss von der Standardmethode abgewichen werden, um für die Auswertung brauchbare, aussagekräftige Resultate zu bekommen. Wird die Transektmethode verwendet, sollten mehrere Transekte (z.B. 5 x 250 m) bei mehreren Begehungen bearbeitet werden. Der Lage der Transekte und der Zeitpunkt der Begehung sollte dabei auf die Habitatansprüche bzw. die Flugzeit der gewählten Art abgestimmt sein. Ein qualitativer Nachweis der Art in einem Gebiet ist bei fast allen Arten möglich. Eine quantitative Schätzung der lokalen Bestandesgrösse hingegen ist bei den meisten Arten schwierig und aufwändig.

Bei der Wahl einer einzelnen Zielart ist zudem deren Verbreitungsgebiet zu beachten. Einige Arten kommen nur sehr lokal vor und eignen sich deshalb nur dort für eine Wirkungsanalyse. Zudem eignen sich nicht alle Arten für eine quantitative Aussage zur Bestandesgrösse.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Kleiner Schillerfalter (<i>Apatura ilia</i>)	4	VU	Warme Laufwaldränder mit Pappeln und Espen; von den Auen bis ins Hügelland; Luftfeuchte Lagen	Faltersuche auf mehreren Transekten zur Flugzeit im Juni / Juli (evtl. unterstützt von Köder; s. <i>Lopinga</i>), Raupensuche im November an geeigneten Zweigen von Espen und Pappeln
Grosser Waldportier (<i>Hipparchia fagi</i>)	3	EN	Lichte Wälder	Faltersuche auf mehreren Transekten zur Flugzeit im Juli / August
Ockerbindiger Samtfalter, Rostbinde, Samtbinde (<i>Hipparchia semele</i>)	4	VU	Lichte Wälder	Faltersuche auf mehreren Transekten zur Flugzeit von Juli bis September
Grosser Eisvogel (<i>Limenitis populi</i>)	4	VU	Feuchte Wälder; Nordexponierte Wälder mit hohem Espen Anteil an den Waldrändern	Absuchen von Zweigen der Espe im September nach Raupen / Hibernacula / Kotrippen
Gelbringfalter (<i>Lopinga achine</i>)	2	EN	Lichte Wälder; die Wälder dürfen jedoch nicht zu licht sein, v.a. die Larven brauchen schattige Wälder mit Seggen	Faltersuche an lichten Stellen im Wald (v.a. entlang Waldwegen) zur Flugzeit im Juni
Pflaumenglucke, Obstchain-Feuerglücke* (<i>Odontestis pruni</i>)	3	2(e)	Halboffene Standorte, insbesondere Hecken- und extensive Obstbaulandschaften, lichte, gebüschrreiche Wälder, buschige Hänge und ähnliche warme Standorte	Mehrere Lichtfänge im Biotop zwischen Mitte Juni und August
Pflaumen-Zipfelfalter (<i>Satyrium pruni</i>)	4	VU	Feuchte Wälder (Auenwälder); Gebüsch, Waldränder und offene Wälder; an <i>Prunus spinosa</i> , aber auch <i>Prunus padus</i> und Pflaumen-Arten	Absuchen von Prunus-Arten im Winter nach Eiern

Liste der Waldzielarten unter den Tagfaltern, deren Bestimmung relativ einfach ist. Der Grosser Eisvogel, die Pflaumenglucke/Obsthain-Feuerglücke und der Pflaumenzipfelfalter sind jedoch relativ schwierig zu finden. * Rezente Funde nur in den Südalpen und im Kanton Genf.

A2.4.9 Libellen

Libellen sind unter den national prioritären Waldzielarten in der BAFU-Vollzugshilfe zur Waldbiodiversität (Imesch et al. 2015) nur spärlich vertreten. Von diesen wenigen Arten eignet sich nur eine einzige Art für eine Wirkungsanalyse. Die Suche nach der glänzenden Binsenjungfer sollte am besten während der Flugzeit von Juli bis August stattfinden. In höheren Lagen kann die Flugzeit kürzer ausfallen.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Glänzende Binsenjungfer (<i>Leistes dryas</i>)	2	CR	Waldweiher (Flachufer mit schwankendem Wasserstand), vernässte Mulden	Absuche eines Gebiets zur Flugzeit nach Imagines bzw. zur Schlupfzeit nach Exuvien

Liste der Libellenarten, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.

A2.4.10 Gefässpflanzen

Die Vollzugshilfe des BAFU zur Waldbiodiversität (Imesch et al. 2015) listet im Anhang A2-2 44 Gefässpflanzenarten als national prioritäre Waldzielarten auf. Fast alle diese Gefässpflanzenarten sind in der Schweiz sehr selten und kommen nur in wenigen Regionen oder gar an nur wenigen Standorten vor. Wo sie vorkommen, sind ein Management der Bestände und eine sorgfältige Überwachung der Bestände grundsätzlich sinnvoll. Dazu sind vor Ort die Flächen mit Vorkommen einzugrenzen und die Bestände durch standardisierte Erhebungen auf (Klein)flächen oder Transekten zu erfassen. Je nach Art und Situation ist die Methodik daran anzupassen. Es kommen sowohl eine Vollerhebung (vollständige Zählung) als auch eine Stichprobenerhebung in Frage. Die Spezialist:innen von info flora oder anderen spezialisierten Büros und Institutionen leisten dazu Beratung.

A2.4.11 Moose

Die folgende Liste enthält waldtypische Moosarten, die sich für das Bestandesmonitoring einzelner Arten eignen. Grundlage dazu bildeten die nationalen prioritären Waldzielarten gemäss Imesch et al. (2015). Diese Auswahl wurde durch Swissbryophytes (Heike Hofmann) aktualisiert. Massgebend dafür war die neue Beurteilung der Gefährdung und der Priorität der Arten, wie sie noch im Jahr 2023 publiziert werden soll. Zudem wurden Arten weggelassen, deren Förderung bereits durch den Schutz von Moorbiotopen gewährleistet ist.

Art	Priorität ^{*1}	Gefährdung ^{*2}	Lebensraum	Methode
Ölglanzmoos (<i>Brotherella lorentziana</i>)	hoch	EN	offene Bodenstellen Wälder im Verbreitungsgebiet mit sauren Böden, weitere bislang nicht bekannte Vorkommen am Nordrand der Alpen scheinen wahrscheinlich	Absuchen eines geeigneten Gebiets
Erd-Koboldmoos (<i>Buxbaumia aphylla</i>)	mittel	VU	offene Bodenstellen Wälder im Mittelland	Absuchen eines Gebiets mit historischen Vorkommen
Blasses Grasmoos (<i>Ditrichum pallidum</i>)	mittel	VU	offene Bodenstellen Kolline bis montane Wälder	Absuchen eines geeigneten Gebiets; beste Jahreszeit April-Juli
Kleinste Schnabelmoos (<i>Microeurhynchium pumilum</i>)	mittel	VU	offene Bodenstellen Kolline bis montane Wälder	Absuchen eines geeigneten Gebiets
Kleines Filzmützenmoos (<i>Polytrichum nanum</i>)	hoch	CR	offene Bodenstellen Kolline bis montane Wälder	Absuchen eines Gebiets mit historischen Vorkommen
Erdkelch-Lebermoos (<i>Geocalyx graveolens</i>)	hoch	VU	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz
Schild-Sichelbebermoos (<i>Harpanthus scutatus</i>)	mittel	VU	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz (liegende Stämme)
Rotscheckiges Spitzlebermoos (<i>Lophozia longiflora</i>)	mittel	VU	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz (liegende Stämme)
Kleines Spatenlebermoos (<i>Scapania apiculata</i>)	hoch	CR	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz (liegende Stämme)
Kärntner Spatenlebermoos (<i>Scapania carinthiaca</i>)	hoch	CR	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz (liegende Stämme)
Schwieriges Spatenlebermoos (<i>Scapania scapanioides</i>)	hoch	CR	Totholz	Beprobung von feuchtem Totholz (liegende Stämme)
Astlochmoos (<i>Anacamptodon splachnoides</i>)	hoch	CR	Habitatbäume	Absuchen eines Gebiets mit historischen Vorkommen
Trauriges Wolfsfussmoos (<i>Anomodon tristis</i>)	mittel	VU	Habitatbäume Kastanien- & Eichenwälder, bisher nur im Tessin	Absuchen eines Gebiets mit potentiellen oder historischen Vorkommen
Rudolphis Trompetenmoos (<i>Tayloria rudolphiana</i>)	hoch	EN	Habitatbäume Feuchte Bergwälder mit Ahornanteil	Absuchen eines geeigneten Gebiets mit Feldstecher

Liste der Moosarten, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind.

- ^{*1} nach BAFU 2023 (in Vorbereitung) National prioritäre Arten; Werte nicht exakt, da Publikation noch nicht definitiv.
- ^{*2} nach Kiebacher, T., Meier, M., Steffen, J., Bergamini, A., Schnyder, N. & Hofmann, H. 2023. Rote Liste Moose. Gefährdete Arten der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern und Swissbryophytes – Daten- und Informationszentrum der Schweizer Moose, Universität Zürich, Zürich. – Umwelt-Vollzug Nr. 2309.

A2.4.12 Flechten (baumbewohnende Arten)

Flechten eignen sich aufgrund ihres Vorkommens und ihrer Ansprüche sehr gut für eine Wirkungsanalyse im Wald. Dementsprechend finden sich auch sehr viele Flechten auf der Liste der national prioritären Waldzielarten (Imesch et al. 2015). Die unten aufgeführte Liste enthält deshalb nur eine kleine Auswahl von potentiell gut geeigneten Arten für eine Wirkungsanalyse. Je nach Grossregion sind weitere Flechten-Zeigerarten vorhanden, die hier nicht aufgeführt sind. Als Feldmethode ist die Absuche von geeigneten Lebensräumen und Substraten im Feld durch eine:n Expert:in zielführend.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Feine Wimperflechte (<i>Anaptychia crinalis</i>)	3	VU	Lichter Wald, Bergwald (kühl-luftfeuchtes Lokalklima)	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Feinfaserige Fleckflechte (<i>Arthonia byssacea</i>)	4	VU	Eichenwälder, lebendes Altholz (Alte Eichen!)	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Eichen-Stabflechte (<i>Bactrospora dryina</i>)	3	VU	Eichenwälder, lebendes Altholz (Alte Eichen!)	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Dunkelköpfige Stecknadelflechte* (<i>Chaenotheca phaeocephala</i>)	4	VU	Historisch alte, lichte, luftfeuchte Wälder; lebendes Altholz	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Fichten-Stecknadelflechte* (<i>Chaenotheca subroscida</i>)	4	VU	Historisch alte, lichte, luftfeuchte Wälder; lebendes Altholz	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Bündel-Leimflechte* (<i>Collema fasciculare</i>)	4	VU	Lichter Laubwald, lebendes Altholz	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Gestutzte Grubenflechte* (<i>Gyalecta truncigena</i>)	4	VU	Lichter Laubwald	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in
Echte Lungenflechte (<i>Lobaria pulmonaria</i>)	4	VU	Lichter, historisch alter Laubwald (ausgeglichen luftfeuchtes Lokalklima)	Absuchen geeigneter Substrate durch eine:n Expert:in

Liste der Flechtenarten, die für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sind. Diese Arten sind im Feld relativ gut auffindbar und bestimmbar. * Bei diesen Arten ist eine mikroskopische Bestimmung notwendig; sie lassen sich also nicht direkt im Feld bestimmen.

A2.4.13 Pilze

In diesem Abschnitt wird eine Auswahl von Zielarten gemäss der Vollzugshilfe «Biodiversität im Wald» (Imesch et al. 2015) präsentiert, welche in Rücksprache mit Expert:innen als potenziell geeignet für eine Wirkungsanalyse erscheinen. Bei der Wahl einer Zielart sollte immer deren Verbreitungsgebiet beachtet werden. Einige Arten kommen nur sehr lokal vor und eignen sich deshalb nur dort für eine Wirkungsanalyse. Angemerkt sei zudem, dass nur eine der hier präsentierten Arten eine xylobionte Pilzart ist. Die Erfassung der übrigen Arten darf also nicht in den Kontext einer Förderung von Totholz gestellt werden.

Für viele der als national prioritäre Waldzielarten bezeichneten Grosspilze eignet sich die traditionelle Fruchtkörper-basierte Feldaufnahmemethode am besten (siehe Abschnitt A2.A2.3.14). Sie kann je nach Standort auch gut mit einer Sporenfalle oder Boden- und Totholzproben für die genetische Detektion kombiniert werden. Der Vorteil der Spurenfalle ist, dass ein Grossteil der windverbreiteten Arten im Umkreis des gewählten Standortes während eines längeren Zeitraums (bis zu 4 Wochen für eine einzelne Sporenprobe) erfasst werden. Die Erfassungswahrscheinlichkeit sowohl bei der Feldaufnahme als auch der Spurenfalle hängt jedoch stark vom gewählten Zeitpunkt ab. Wird eine der unteren Arten als Zielart gewählt, sollte deshalb das Aufnahmezeitfenster auf die Hauptfruktifikationszeit des Pilzes ausgerichtet werden. Die öffentlichen Daten des Verbreitungsatlas der Schweizer Pilze (www.wsl.ch/map_fungi/) können herangezogen werden, um diesen Zeitpunkt zu bestimmen.

Die Waldzielarten aus dem Bericht von Imesch et al. (2015) sind allesamt sehr selten und decken nicht alle Waldgesellschaften und Regionen der Schweiz ausreichend ab. Neben diesen Arten existieren eine Reihe von weniger seltenen Pilzarten, die ebenfalls als Indikatorarten hinzugezogen werden könnten.

Konzept Wirkungsanalyse Waldbiodiversität – Anhang A2 Methodenbeschreibung Artniveau

Bei der Auswahl der Zielarten ist deshalb empfohlen, sich zusätzlich von Spezialist:innen beraten zu lassen. Kontakt: SwissFungi, Eidg. Forschungsanstalt WSL Birmensdorf, Andrin Gross (andrin.gross@wsl.ch) oder Stefan Blaser: stefan.blaser@wsl.ch.

Art	Priorität	Gefährdung	Lebensraum	Methode
Igel-Stachelbart (<i>Hericium erinaceum</i>)	3	EN	Eichen- Buchenwald	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen oder Totholzproben inkl. Metabarcoding
Großer Kiefern-Schneckling (<i>Hygrophorus latitabundus</i>)	4	VU	Lichte Waldföhrenbestände auf kalkreichen Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Schleimigerling-Schneckling (<i>Hygrophorus ligatus</i>)	4	VU	Lichte Waldföhrenbestände auf kalkreichen Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Favres Schwärzling (<i>Lyophyllum favrei</i>)	1	VU	Flussnahe Hartholzauenwälder durchsetzt mit Fichten	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Ochsen-Röhrling (<i>Boletus torosus</i>)	3	EN	Buchenwälder v.a. Tannen-Buchhenwald, Tannen-Fichtenwald durchsetzt mit Buchen	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Krokodil-Ritterling (<i>Tricholoma caligatum</i>)	4	VU	Waldföhrenwälder auf kalkreichen Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Riesenritterling (<i>Tricholoma colossus</i>)	3	EN	Mykorrhizapilz von Föhren auf sauren Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Orangebrauner Halsbandritterling (<i>Tricholoma focale</i>)	3	EN	Mykorrhizapilz von Föhren auf sauren Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Blauer Königsröhrling (<i>Boletus pseudoregius</i>)	3	EN	Mykorrhizapilz von Eichen (und Buchen) auf basenreichen Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Klebrig-schwarze Erdzunge (<i>Geoglossum glutinosum</i>)	4	VU	Übergangsbereich Wald – Kulturland	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding
Bitterlicher Röhrling (<i>Chalciporus amarellus</i>)	4	VU	Waldföhrenwälder auf kalkreichen Böden	Traditionelle Feldaufnahmen, Sporenfallen inkl. Metabarcoding

Auswahl an Pilzarten aus Imesch et al. (2015), die aufgrund ihrer Auffindbar- und Bestimmbarkeit für eine Wirkungsanalyse von Fördermassnahmen in Waldlebensräumen geeignet sein können.

A2.5 Platzierung der Messflächen: Details

Die meisten der in diesem Bericht beschriebenen Erhebungsmethoden basieren auf einer stichprobenartigen Bearbeitung der Untersuchungsfläche anhand einer Serie von kleinen Messflächen (Abb. 1). Um eine Stichprobe an Messflächen zu platzieren, wird die Untersuchungsfläche typischerweise in drei bis fünf Sektoren aufgeteilt. Diese Aufteilung wird im Büro bzw. am Bildschirm vorgenommen. Sie erfolgt gleichmässig, schematisch, so dass die Sektoren alle ungefähr gleich gross sind. In jedem Sektor wird dieselbe Anzahl an Messflächen zufällig platziert. Die Summe der Messflächen über alle Sektoren ergibt also das Total der gewünschten Stichprobengrösse. Mit diesem Vorgehen («geschichtete Zufallsstichprobe») soll vermieden werden, dass sich Messflächen zufälligerweise in einem kleinen Bereich der Untersuchungsfläche konzentrieren.

Beispiel: In einer Untersuchungsfläche von 8 Hektaren soll eine Stichprobe von 10 Messflächen von 500 m² Ausdehnung angeordnet werden, so dass die Annahme einer Zufallsstichprobe gilt. Die Untersuchungsfläche wird am Bildschirm mit einem GIS-Werkzeug in fünf Sektoren von je 1.6 Hektaren Ausdehnung unterteilt. Die genaue Form der Sektoren spielt keine Rolle, nur ihre Gesamtfläche soll auf etwa 5 Prozent genau stimmen. Mit einer Standard-Funktion des GIS-Werkzeugs werden nun in jedem Sektor vier Zufallspunkte platziert, mit einer ganzzahligen, aufsteigenden Laufnummer versehen und die Koordinaten gespeichert. Total werden also 20 Zufallspunkte verteilt. Gebraucht werden letztlich nur zwei der vier Punkte pro Sektor. Die beiden überzähligen Punkte sind Ersatzpunkte, sollten sich einzelne Punkte im Gelände als unbrauchbar erweisen. Die 20 Zufallspunkte werden auf einem Lageplan eingezeichnet und mit der Laufnummer und den Koordinaten beschriftet.

Mithilfe des Lageplans werden im Gelände die Zufallspunkte aufgesucht. Das Vorgehen im Gelände ist wie folgt:

- Die Laufnummern bestimmen die Reihenfolge, in der die Zufallspunkte besucht werden. Der Punkt mit der tiefsten Laufnummer kommt zuerst.
- Ist ein Zufallspunkt unzugänglich (z.B. steiles Gelände, Steinschlag, Infrastrukturanlagen o.ä.) wird der Punkt gestrichen und der Zufallspunkt mit der nächsthöheren Laufnummer aufgesucht.
- Ist der Zufallspunkt zugänglich, wird er mithilfe eines GPS-Geräts aufgesucht und an dieser Stelle mit einem Pfosten provisorisch markiert. Die Präzision von günstigen GPS-Geräten für die Freizeitanwendung ist dabei ausreichend. Von diesem Pfosten ausgehend wird per Messband ein benachbarter Punkt in genau 10 m Distanz gegen Osten ermittelt. Die Ostrichtung wird mit einer einfachen Bussole angepeilt. Dieser Punkt, 10 m östlich des ursprünglichen Zufallspunkts, wird als definitives Messflächenzentrum verwendet.
- Mit diesem Verfahren wird sichergestellt, dass die ausführende Person den Spielraum einer ungenauen bzw. dynamischen GPS-Lokalisierung nicht dazu nutzt, das Messflächenzentrum nach persönlichen Vorlieben festzulegen. Wird ein GPS mit Präzision im Submeterbereich verwendet, kann auf das Versetzen 10 m nach Osten verzichtet und die GPS-Position direkt als definitives Messflächenzentrum verwendet werden.
- Sollte das Messflächenzentrum oder mehr als ein Viertel der Messfläche nicht zugänglich sein, wird das Messflächenzentrum ausgehend vom provisorischen Pfosten stattdessen um 10 m nach Westen oder nach Süden oder nach Norden (in dieser Reihenfolge) verschoben. Sollte keines der so ermittelten Messflächenzentren verwendbar sein, wird der Zufallspunkt verworfen und der Zufallspunkt mit der nachfolgenden Laufnummer verwendet.
- Für jede Messfläche notiert werden:
 - Eindeutige (einmalige) Identifikationsnummer der Messfläche,
 - Exakte Koordinaten des Aufnahmeflächenzentrums,
 - Flächenausdehnung in Quadratmetern (Korrektur bei geneigten Flächen beachten, siehe weiter unten),
 - Behandlung, d.h. ob mit Fördermassnahmen oder ohne,
 - Flächenanteil der Messfläche, der innerhalb der Untersuchungsfläche liegt.

Neigungskorrektur der Fläche

Sobald sich eine Messfläche auf stark geneigtem Terrain befindet, stellt sich die Frage, ob ihre Ausdehnung auf dem geneigten Terrain gemäss Vorgabe ausgemessen wird oder ob die Ausdehnung

verwendet wird, die sich aus der Projektion einer waagrechten Messfläche ergeben würde. Wir übernehmen hier das Vorgehen gemäss LFI (Düggelin et al. 2020) und korrigieren die Ausdehnung der Messfläche entsprechend der Hangneigung:

Die Radien der kreisrunden Messflächen werden im geneigten Gelände so korrigiert (vergrössert), dass die horizontalprojektierte Aufnahmefläche wieder der vorgegebenen Ausdehnung der Messfläche entspricht, z.B. 500 m² oder 1000 m². Die zu verwendenden Radien für die Messflächen auf geneigtem Terrain sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Bis zu einer Neigung von 10% wird keine Korrektur vorgenommen.

Neigung (%)	Faktor	500m2-Radius	1000m2-Radius	Neigung (%)	Faktor	500m2-Radius	1000m2-Radius
0-10	1.000	12.62	17.48	85	1.145	14.45	20.02
15	1.005	12.68	17.57	90	1.159	14.63	20.26
20	1.010	12.75	17.66	95	1.174	14.82	20.52
25	1.015	12.81	17.74	100	1.189	15.01	20.79
30	1.021	12.89	17.85	105	1.204	15.20	21.05
35	1.029	12.98	17.98	110	1.219	15.39	21.31
40	1.038	13.09	18.14	115	1.234	15.58	21.58
45	1.048	13.22	18.31	120	1.249	15.77	21.84
50	1.058	13.35	18.49	125	1.264	15.96	22.10
55	1.068	13.47	18.66	130	1.281	16.16	22.39
60	1.080	13.63	18.88	135	1.296	16.35	22.65
65	1.091	13.77	19.08	140	1.312	16.56	22.93
70	1.105	13.95	19.32	145	1.327	16.75	23.20
75	1.118	14.11	19.54	150	1.342	16.94	23.46
80	1.132	14.28	19.78				

Tab. 2: Angepasste Radien für kreisrunde Messflächen, ausgehend von 500- bzw. 1000- m² Flächen, in Abhängigkeit von der Neigung des Geländes.

Messflächen im Randbereich

Im Randbereich der Untersuchungsfläche können besondere Regeln notwendig sein, um Verzerrungen bei der repräsentativen Beprobung der Untersuchungsfläche zu vermeiden:

- Grundsätzlich werden alle Messflächen verwendet, deren Zentrum innerhalb der Untersuchungsfläche liegt. Messflächen, wo dies nicht zutrifft, werden verworfen.
- Messflächen im Randbereich der Untersuchungsfläche (mit Anteilen darüber hinaus) werden normal bearbeitet, sofern für die ganze Messfläche ein homogener Waldbestand mit einheitlicher Nutzung vorhanden ist. In diesem Fall erfolgt die Erhebung und Auswertung der Zielgröße ohne weitere Vorkehrungen (kein Unterschied zum Vorgehen von Messflächen weiter im Innern).
- Bildet der Rand der Untersuchungsfläche eine Grenzlinie bezüglich Nutzung oder Biotopqualität, ist eine besondere Behandlung notwendig. Dies ist immer dann der Fall, wenn der Rand der Untersuchungsfläche gleichzeitig den Rand eines Waldreservats bildet. Ebenso trifft dies zu, wenn der Randbereich an das Offenland oder an ein Gewässer grenzt, wo das Lichtangebot, das Blütenangebot etc. erhöht ist oder die Waldbäume dickere Stämme aufweisen. Die Fläche im Randbereich hat statistisch gesehen eine tiefere Wahrscheinlichkeit, als Messfläche gewählt zu werden. Als Ausgleich ist eine höhere Gewichtung des Messwerts dieser Fläche in der Datenauswertung notwendig. Die Gewichtung erfolgt umgekehrt proportional zum Flächenanteil der Messfläche, die innerhalb der Untersuchungsfläche liegt. Beispiel: Liegt eine Messfläche zu 70 Prozent innerhalb der Untersuchungsfläche, erhält ihr Messwert bei der Datenauswertung ein Gewicht von $1/0.7 = 1.43$.
- Achtung: bereits der Messwert selbst muss zuvor auf die vollständige Messflächengröße hochgerechnet werden. Bei Artenzahlen erfolgt dies anhand einer Arten-Arealkurve. Bei Zählungen wird das Ergebnis anhand der Fläche hochgerechnet.