Biodiversitätsförderung im Wald durch Eingriffe: eine Wirkungskontrolle anhand von Fallstudien

Christoph Bühler[1,*], **Tobias Roth**[1]

[1] Hintermann & Weber AG (CH)

Abstract

Das Programm «Naturschutz im Wald» wird im Kanton Basel-Landschaft seit 1998 umgesetzt. Nach 15 Ja Laufzeit erfolgte auf Anordnung des Kantonsparlaments eine Wirkungskontrolle, mit welcher der Effekt r schutzorientierter Eingriffe auf licht- und wärmebedürftige sowie auf totholzgebundene Pflanzen- und T ten untersucht wurde. Die Wirkungskontrolle beruht auf 31 Fallstudien, die in 13 verschiedenen Waldreser gemacht wurden. Die Fallstudien bezogen sich auf die Bestandestypen lichter Wald, Eichenwald, Mittelwal Felsstandorte. Je nach Fallstudie wurden verschiedene Organismengruppen mit unterschiedlichen Erheb methoden untersucht: Gefässpflanzen, Totholzkäfer, Schnecken, Brutvögel und Tagfalter. Die Wirkung d griffe wurde entweder mittels «before-after»-Vergleich oder «control-impact»-Vergleich ermittelt. Eine analyse zeigte, dass die Indikatorarten von den ausgeführten Pflegeeingriffen profitieren. Die typ Indikator-Gilden warmer und lichtreicher Waldgesellschaften waren auf Untersuchungsflächen mit Eingri gnifikant artenreicher und häufiger vorhanden als auf den Kontrollflächen ohne Eingriffe beziehungswe den Eingriffen. Obwohl der Abschluss der Untersuchung im Kanton Basel-Landschaft bereits sieben Ja rückliegt, ist sie eines der bisher wenigen Beispiele für eine umfassende Wirkungskontrolle zur Biodiversi derung im Schweizer Wald. Die Vorteile, aber auch die Grenzen eines auf Fallstudien basierenden Ansat Wirkungskontrolle werden diskutiert und die Anforderungen an geeignetes Datenmaterial aufgezeigt.

Keywords: effectiveness monitoring, impact assessment, forest biodiversity, indicators, case-studies
doi: 10.3188/szf.2021.0358

* Austrasse 2a, CH-4153 Reinach (BL), E-Mail buehler@hintermannweber.ch

1998 starteten die für den Waldnaturschutz zuständigen Fachbehörden des Kantons Basel-Landschaft (Amt für Raumplanung und Amt für Wald beider Basel) das Programm «Naturschutz im Wald». Dieses hat zum Ziel, die regionaltypische Waldbiodiversität zu erhalten und zu fördern. Das Programm beinhaltet die Einrichtung und die Pflege von Sonderwaldreservaten (zum Beispiel lichter Wald, Mittelwald, Waldweide), die Schaffung von Totalreservaten (Naturwaldreservate mit Nutzungsverzicht) und Altholzinseln sowie die Waldrandpflege. Ende 2012 wurde folgender Umsetzungsstand erreicht: 3440 ha oder rund 16% von total 21 390 ha Waldfläche waren kantonal geschützt. Davon waren 2758 ha als Sonderwaldreservate ausgeschieden, und 682 ha betrafen Totalreservate und Altholzinseln (Kanton Basel-Landschaft 2013). Jährlich standen für das Programm rund 1.9 Mio. Franken zur Verfügung. Um zu prüfen, ob die investierten Mittel tatsächlich zur Förderung der Biodiversität im Wald gemäss den Programmzielen beitrugen, verlangte das Kantonsparlament bei der Bewilligung des Verpflic kredits 2009–2013, dass gegen Ende dieser K riode eine Wirkungskontrolle durchzuführ

Zwischen 1995 und 2010 hatten zu ei Massnahmen oder für einzelne Massnahme bereits kleinere Wirkungskontrollen stattg Zum Startzeitpunkt des Förderprogramms lerdings ein Konzept für eine umfassende W kontrolle, das eine Gesamtsynthese zur Wi Programms erlaubt hätte. Um dies nach wurde das Büro Oekoskop von der kanto turschutzfachstelle beauftragt, die konzep Grundlagen und Rahmenbedingungen f lige Wirkungskontrolle zu erarbeiten. Die ten Grundsätze waren:

- Die Wirkungskontrolle stützt sich a finierte Fragen ab.
- Es werden jene Massnahmen unte die besonders viele finanzielle Mittel eing den oder bei denen die Wirkung auf die F Flora und Fauna nicht genau bekannt ist

- Die Wirkung der Massnahmen wird hauptsächlich in Bezug auf die Arten gemessen; nur teilweise werden Lebensraummerkmale erhoben.
- Die Wirkungskontrolle ist auf Bestandestypen ausgerichtet, die besonders repräsentativ für die getroffenen Massnahmen oder besonders wertvoll für die Waldbiodiversität sind.
- Sie beruht auf räumlichen oder zeitlichen Vergleichen mit einem Referenzzustand.

In einem ersten Schritt wurden die wichtigsten Fragen zusammengestellt, zu denen die Wirkungskontrolle Antworten liefern soll (Tabelle 1). In einem zweiten Schritt erfolgte eine Recherche zu bereits bestehendem Datenmaterial, das sich für die Beantwortung der gestellten Fragen eignen könnte. Vorhandene Datenlücken wurden dabei identifiziert. Als dritter Schritt wurde eine Reihe von ergänzenden Erhebungen entworfen, um die Datenlücken zu füllen. Aus diesen Erhebungen stammt letztlich der grösste Teil der hier präsentierten Daten.

Innerhalb dieses konzeptionellen Rahmens wurde die Wirkungskontrolle zwischen 2010 und 2013 realisiert. Zuerst wurden die Erhebungsmethoden weiter präzisiert und die statistische Datenauswertung entwickelt. Der vorliegende Artikel präsentiert das Vorgehen und die Resultate zum umfangmässig bedeutendsten Teil der Wirkungskontrolle, der den Effekt naturschutzorientierter Eingriffe auf die Artengemeinschaften untersucht (Fragen 1, 2, 3 und 7 in Tabelle 1). Dabei geht es um die Wirkung auf licht- und wärmebedürftige sowie auf totholzgebundene Pflanzen- und Tierarten in Sonderwaldreservaten. Ein hohes Lichtangebot und viel Wärme im Bestandesinneren bilden in vielen Fällen die zentrale Voraussetzung für eine hohe Biodiversität im Wald. Naturwaldreservate mit vollständigem Nutzungsverzicht nahmen im Kanton Basel-Landschaft zum damaligen Zeitpunkt eine relativ geringe Fläche ein. Sie werden hier nicht betrachtet. Ein wesentlicher methodischer Schritt für die Wirkungskontrolle bestand darin, aus den 31 Fallstudien eine Gesamtsynthese zu erstellen. Es wird aufgezeigt, welches Vorgehen und welche statistischen Methoden dafür eingesetzt wurden. Die wichtigsten Resultate der Wirkungskontrolle werden präsentiert und die zentralen Anforderungen erläutert, die für fallstudienbasierte Wirkungskontrollen gelten.

	Fragen für die Wirkungskontrolle
1.	Erzielen die bisher realisierten Naturschutzmassnahmen insgesamt die angestrebte positive Wirkung auf die Biodiversität im Wald?
2.	Werden seltene und/oder gefährdete, licht- und wärmebedürftige Arten erhalten und gefördert?
3.	Werden auf Alt- und Totholz spezialisierte Arten erhalten und gefördert?
4.*	Werden Arten, die auf Eichen spezialisiert sind, erhalten und gefördert?
5.*	Wird die Juraviper in den Waldreservaten erhalten und gefördert?
6.*	Werden mit der Waldrandpflege struktur- und artenreiche Waldränder erzielt?
7.	Profitieren auf Felsstandorte spezialisierte, licht- und wärmebedürftige Arten von den Massnahmen an Felsstandorten?

*Tab 1 Fragen zur Wirkung des Programms «Naturschutz im Wald». Datenerhebung und Analyse wurden auf diese Fragen ausgerichtet. *Auf diese Fragen wird im Artikel nicht weiter eingegangen.*

Material und Methoden

Begriffe

Um die untersuchten Waldbestände zu beschreiben, werden die folgenden Begriffe verwendet.

Waldreservat: zusammenhängende Waldfläche, rechtlich gesichertes Schutzobjekt zugunsten der ökologischen und biologischen Vielfalt.

Förderfläche: Teilfläche eines Sonderwaldreservats, auf der Eingriffe zur Förderung der Biodiversität durchgeführt wurden.

Untersuchungsgebiet: Teilbereich des Waldreservats, der für die Wirkungskontrolle berücksichtigt wurde, inkl. Kontrollfläche im Wirtschaftswald bei «control-impact»-Vergleichen.

Untersuchungsflächen: Teilbereiche im Untersuchungsgebiet, wo die Datenerhebung stattfand: im Waldreservat (Eingriffsfläche) oder im benachbarten Wirtschaftswald (Kontrollfläche). Grösse je nach untersuchter Organismengruppe unterschiedlich.

Messflächen: Kleinflächen innerhalb der Untersuchungsfläche, je nach Erhebungsmethode als repräsentative Stichprobe angelegt (zum Beispiel Serie von Vegetationsaufnahmen).

Bestandestypen: Waldtypen, die für den Naturschutz von Bedeutung sind und in denen die Fallstudien durchgeführt wurden: lichter Wald, Eichenwald, Mittelwald und Felsstandort.

Fördermassnahmen

Als Fördermassnahme wurden in allen betrachteten Sonderwaldreservaten die Baumbestände aufgelichtet. Dies gilt sowohl für lichten Wald, für Wälder mit Eichenförderung als auch für Felsstandorte. Je nach Förderfläche erfolgte die Auflichtung in unterschiedlichem Ausmass. Wo vorhanden, wurden Lichtbaumarten wie Eiche, Föhre oder Elsbeere freigestellt. An Felsstandorten wurden die Bäume entlang der Felswände fast vollständig entfernt. Bis zum Zeitpunkt der Wirkungskontrolle beschränkten sich die Massnahmen meist auf einmalige Eingriffe. Vereinzelt wurde einige Jahre nach dem Ersteingriff die aufkommende Strauchschicht zurückgeschnitten. In einigen lichten Wäldern wurde auch eine jährliche Mahd der Krautschicht durchgeführt.

Prinzip der Wirkungskontrolle

Die Wirkung der Fördermassnahmen wurde anhand eines Vergleichs zwischen zwei Untersuchungsflächen beurteilt, davon eine mit Fördermassnahmen und eine ohne (Eingriffs- beziehungsweise

Abb 1 Prinzip der Wirkungskontrolle: Vergleich von zwei möglichst identischen Untersuchungsflächen, einmal mit und einmal ohne Fördermassnahmen (Eingriff beziehungsweise Kontrolle).

Kontrollflächen; Abbildung 1). Die Dauer zwischen Eingriff und Datenerhebung war je nach Waldreservat unterschiedlich und betrug zwischen einem Jahr und zwölf Jahren. Eingriffs- und Kontrollflächen wurden so ausgewählt, dass sie bezüglich ihrer Grösse und Qualität möglichst identisch waren. Sie lagen entweder nebeneinander und wurden zeitgleich beprobt («control-impact»-Vergleich) oder auf derselben Fläche, wenn die Beprobung vor und nach dem Eingriff (das heisst zeitverschoben) stattfand («before-after»-Vergleich). Um den Effekt der Fördermassnahmen zu messen, wurden Indikator-Gilden verwendet. Damit gemeint ist eine Auswahl von Arten einer Organismengruppe (Indikatorarten), die eine besondere Qualität des Lebensraums anzeigt. Im vorliegenden Fall wurden erstens Indikatorarten für lichte Waldbestände und zweitens Indikatorarten für totholzreiche Bestände ausgewählt. Siehe dazu die Definitionen und Artenlisten im elektronischen Appendix[1].

Untersuchungsgebiete

Um die Datenlücken zu füllen, führten Biologinnen und Biologen in den Jahren 2011 und 2012 in 13 verschiedenen Sonderwaldreservaten des Kantons Basel-Landschaft Erhebungen durch. Jedes Waldreservat enthält einen oder mehrere Bestandestypen, die für die Wirkungskontrolle relevant sind: lichter Wald, Eichenwald, Mittelwald oder Felsstandort (Felskopf oder -fuss). Die Untersuchungsgebiete wurden so gewählt, dass eine hinsichtlich Standort und Bestandestyp gut vergleichbare Kontrollfläche im umgebenden Wirtschaftswald verfügbar war. In einem Untersuchungsgebiet können mehrere Bestandestypen vertreten sein. Ebenso können Erhebungen zu verschiedenen Indikator-Gilden vorliegen. Eine Fallstudie ist als eine separate Auswertung pro Untersuchungsgebiet, Bestandestyp und Indikator-Gilde definiert. So wurden beispielsweise bei den Brutvögeln die Ergebnisse zu den beiden Gilden für lichte Wälder und Totholz als getrennte Fallstudien behandelt. Nebst dem Datenmaterial von 2011 und 2012 wurden drei bestehende Fallstudien aus früheren Jahren ausgewertet. Total standen 31 Fallstudien für die Gesamtschau zur Verfügung (Tabelle 2).

Organismengruppen und Feldmethoden

Die Fallstudien beinhalten Daten zu den fünf Organismengruppen Gefässpflanzen, Totholzkäfer, Schnecken, Brutvögel und Tagfalter. Das Vorgehen bei der Datenaufnahme im Feld ist nachfolgend für jede Organismengruppe kurz beschrieben.

Gefässpflanzen: Lichter Wald beziehungsweise Mittelwald: Pro Untersuchungsfläche wurde ein rechteckiger, homogener Bereich zwischen 0.25 und 0.5 Hektaren ausgeschieden. Darin wurden verteilt auf zwei bis vier Teilflächen gleicher Grösse total 16 Messflächen zu je 10 m² zufällig platziert. Auf jeder Messfläche wurde im Juni oder Juli eine vollständige Artenliste mit Deckungsangaben nach Braun-Blanquet angefertigt. Weitere Arten, die nur ausserhalb der Messflächen vorkamen, wurden ergänzend mit 30 Minuten Aufwand erfasst. Felsstandorte: Die Vegetationsaufnahmen fanden separat auf dem Felskopf und am Felsfuss statt. Die Gefässpflanzen wurden längs zur Felswand innerhalb einer 20 × 5 m messenden Untersuchungsfläche vollständig und mit Deckungswert nach Braun-Blanquet erhoben.

Totholzkäfer: Pro Untersuchungsfläche (Eingriffs- und Kontrollfläche von je ca. 1 ha) wurden drei Kombifallen aufgestellt, bestehend aus Gelbschalentrichter, aufmontierten Plexiglasscheiben sowie einer mit Salzwasser und einem Tropfen Spülmittel gefüllten Fangflasche. Die Fallen wurden 1.5 m über dem Boden möglichst freistehend aufgestellt und zwischen Anfang Mai und Mitte August wöchentlich geleert. Die Proben wurden im Labor durch einen Spezialisten bis auf Artniveau bestimmt (Ulrich Bense, Mössingen, D). Ergänzend zu den Fallenfängen führte der Spezialist auf der gesamten Untersuchungsfläche auf zwei Begehungen zwischen Mai und Juli Handfänge durch (Keschern, Klopfen). Dabei wurden auf der Eingriffs- und auf der Kontrollfläche dieselben Habitate berücksichtigt (zum Beispiel Blüten, Baumhöhlen, Konsolenpilze usw.).

Schnecken: Pro Gebiet fanden separate Erhebungen auf dem Felskopf und am Felsfuss statt. Es wurden dieselben Untersuchungsflächen mit 20 × 5 m Ausdehnung wie für die Gefässpflanzen verwendet. Die gesamte Untersuchungsfläche wurde in zwei Begehungen jeweils 75 Minuten lang nach lebenden Tieren und Schalen abgesucht (Fels, Boden, Holzstücke, Baumstämme). Ergänzend wurden jeweils acht Erd- und Streuproben mit einem Gesamtvolumen von 5 dm³ entnommen. Die Tiere wurden im Labor durch einen Spezialisten auf Artniveau bestimmt (Jörg Rüetschi, Hinterkappelen).

1 https://zenodo.org/record/5577926 (19.10.2021)

ID	Name Waldreservat (Gemeinde)	Fläche (ha)	Organismen-gruppe	Vor 2011	2011	2012	Untersuchter Bestandtyp	Design	I-Gilde
1	Allschwiler Wald (Allschwil)	207	Brutvögel		x		Lichter Wald	B-A	L
2			Brutvögel		x		Eichenwald	B-A	T
3	Ämmenegg (Lauwil)	32	Gefässpflanzen			x	Felsfuss	C-I	F
4			Schnecken			x	Felsfuss	C-I	L
5	Binzenberg-Schweini (Bretzwil)	18	Gefässpflanzen		x		Mittelwald	C-I	L
6			Totholzkäfer		x		Mittelwald	C-I	L
7	Chilpen (Diegten)	20	Gefässpflanzen	x			Lichter Wald	B-A	L
8	Dittinger Wald (Dittingen)		Brutvögel		x		Lichter Wald	B-A	L
9			Brutvögel		x		Eichenwald	B-A	T
10	Dübach (Rothenfluh)	147	Gefässpflanzen			x	Lichter Wald	C-I	L
11			Totholzkäfer			x	Lichter Wald	C-I	L
12	Ermitage-Chilchholz (Arlesheim)	273	Brutvögel			x	Lichter Wald	B-A	L
13			Brutvögel			x	Eichenwald	B-A	T
14			Gefässpflanzen			x	Lichter Wald	C-I	L
15	Esel (Waldenburg)	15	Gefässpflanzen		x		Lichter Wald	C-I	L
16	Hornisrüti (Richtiflue) (Waldenburg)	37	Gefässpflanzen			x	Lichter Wald	C-I	L
17	Hundsmatt (Lauwil)	162	Gefässpflanzen			x	Lichter Wald	C-I	L
18	Meistelberg-Bolberg (Liesberg)	58	Gefässpflanzen	x			Lichter Wald	B-A	L
19			Tagfalter	x			Lichter Wald	B-A	L
20	Richtiflue (Waldenburg)	37	Gefässpflanzen		x		Felskopf	C-I	F
21			Gefässpflanzen		x		Felsfuss	C-I	F
22			Schnecken		x		Felskopf	C-I	F
23			Schnecken		x		Felsfuss	C-I	F
24	Stürmen-Eggfels-Bännli (Wahlen)	66	Gefässpflanzen		x	x	Felskopf mässig	B-A	F
25			Gefässpflanzen		x	x	Felskopf, stark	B-A	F
26			Gefässpflanzen		x	x	Felsfuss	C-I	F
27			Schnecken		x	x	Felskopf mässig	B-A	F
28			Schnecken		x		Felskopf, stark	B-A	F
29			Schnecken		x		Felsfuss	C-I	F
30	Wildenstein (Bubendorf und	48	Brutvögel			x	Lichter Wald	B-A	L
31	Lampenberg)		Brutvögel			x	Eichenwald	B-A	T

Tab 2 *Übersicht über die 31 Fallstudien und die zur Wirkungskontrolle verwendeten Datengrundlagen. Jede Kombination aus Untersuchungsgebiet, Bestandestyp und Organismengruppe (Indikator-Gilde) wurde als eigene Fallstudie betrachtet und ausgewertet. Angegeben ist, ob auf bestehende Daten zurückgegriffen wurde (vor 2011), oder ob die Daten in den Jahren 2011 oder 2012 speziell für diese Wirkungskontrolle erhoben wurden. Design: B-A = «before-after»-Vergleich, C-I: «control-impact»-Vergleich. I-Gilde: Indikator-Gilden für L = licht- und wärmezeigende Arten, F = typische Arten der Felsstandorte, T = totholzgebundene Arten. Flächenangaben zu den Reservaten gemäss map.geo.admin.ch (Stand 2018).*

Brutvögel: Die Erhebungen waren als «before-after»-Vergleich konzipiert. Angesichts der Flächenansprüche für ein Brutrevier wurde jeweils ein ganzer Quadratkilometer als Untersuchungsfläche bearbeitet. Die Wahl von Kilometerquadraten drängte sich auch auf, um Referenzdaten aus anderen Inventaren unkompliziert nutzen zu können. Die vier Quadrate wurden so gewählt, dass ein möglichst hoher Anteil mit Waldreservat belegt war (zwischen 30 und 85%). Sämtliche vorhandenen Bestandestypen wurden bei der Erhebung berücksichtigt. Die übrige Fläche ausserhalb des Waldreservats bestand aus Offenland oder aus normalem Wirtschaftswald. Pro Quadrat fand eine flächendeckende Revierkartierung nach der Methode MHB (Monitoring häufige Brutvögel) der Vogelwarte Sempach statt. Die Referenzaufnahmen für den «before-after»-Vergleich (Ausgangszustand ohne Massnahmen) zum gleichen Quadrat stammen aus dem Ornithologischen Inventar des Kantons Basel-Landschaft (BNV & OGB 1996). Weil bei diesem Inventar die häufigen Brutvogelarten nicht reviergenau kartiert wurden, konnten diese bei der Datenauswertung nicht berücksichtigt werden. Zwei ergänzende Begehungen im Februar/März/April dienten dazu, die Spechte zuverlässig zu erfassen. Auf der ersten Begehung wurde eine Klangatrappe eingesetzt. Ausgewertet wurden ausschliesslich Brutreviere mit Schwerpunkt im Waldareal.

Tagfalter: Es wurden die Daten einer bestehenden Fallstudie aus dem Waldreservat Meistelberg-Bolberg (Gemeinde Liesberg) verwendet. Sie stam-

men aus Erhebungen der Tagfalterindividuen auf zwei je 500 m langen Transektstrecken in trockenwarmen Waldbeständen im Jahr 1995 (bevor der Bestand aufgelichtet wurde). Im Anschluss an die Eingriffe wurden die Tagfalter in den Jahren 2000 und 2007 erneut erfasst und mit dem Ausgangszustand von 1995 verglichen (Tester 2007).

Statistische Methoden

Die Gilde der licht- und wärmezeigenden Arten bildet einen geeigneten Indikator für den Effekt von Pflegeeingriffen in lichten Wäldern, Mittelwäldern und an Felsstandorten. Eine zweite, häufig geförderte Gilde sind die totholzgebundenen Arten. Für welche Bestandestypen welche Gilden als Indikator verwendet wurden, wurde anhand der Fachliteratur und/oder gutachterlich vor Beginn der Erhebungen definiert (Tabelle 2; Details im elektronischen Appendix). Die Nachweise weiterer Arten wurden für die Wirkungskontrolle nicht ausgewertet.

Die statistischen Analysen basieren auf zwei Messgrössen: 1) Anzahl Indikatorarten (Arten der Indikator-Gilde) und 2) Häufigkeit der Indikatorarten (Individuenzahlen, Deckungsschätzungen oder Frequenzangaben).

Um die Gesamtwirkung der Fördermassnahmen auf die Indikator-Gilden zu untersuchen, wurde eine Metaanalyse mit den Resultaten aller Fallstudien durchgeführt. Dabei resultiert eine mittlere Effektgrösse mit einem Vertrauensbereich. Umfangreichere Fallstudien erhalten mehr, kleinere Fallstudien weniger Gewicht.

Die beiden Messgrössen (Anzahl und Häufigkeit) flossen wie folgt in die Metaanalysen ein:

Anzahl Indikatorarten

Geprüft wurde, ob die Indikator-Gilde in der Eingriffsfläche mehr Arten aufweist als auf der Kontrollfläche. Als Testgrösse wurde das Quotenverhältnis («Odds ratio») bestimmt:

$$\text{Quotenverhältnis («Odds ratio»)}\ R = \frac{e/(T-e)}{k/(T-k)} \qquad (1)$$

T = *Gesamtartenzahl eines Untersuchungsgebiets (Eingriff- und Kontrollfläche)*
e = *Artenzahl der Eingriffsfläche*
k = *Artenzahl der Kontrollfläche*

R hat einen Wert zwischen 0 und ∞ sowie einen Vertrauensbereich.

$R = 1$: *identische Artenzahlen*
$R > 1$: *höhere Artenzahl in Eingriffsfläche*
$R < 1$: *niedrigere Artenzahl in Eingriffsfläche*

Pro Fallstudie resultiert eine Schätzung von R. Die Präzision der Schätzung wird durch den Standardfehler beziehungsweise den Vertrauensbereich für R angegeben und hängt direkt von der Gesamtartenzahl T ab. Je präziser die Schätzung von R einer Studie ist, desto grösser ist ihr Gewicht in der Metaanalyse.

Häufigkeit der Indikatorarten

Für jede Art x wurde die Differenz (d_x) zwischen den logarithmierten Häufigkeiten (h) in der Eingriffs- und in der Kontrollfläche berechnet (h_e bzw. h_k). Logarithmierte Häufigkeiten wurden verwendet, um die relative Veränderung der Häufigkeit zu berücksichtigen und nicht die absolute Häufigkeit. Kleinwüchsige Arten oder solche mit geringer Deckung werden damit gleich gewichtet wie grosse oder dominante Arten. Als Testgrösse wurde der Mittelwert aller Differenzen (d_m) berechnet.

d_x = $ln\,(h_e) - ln\,(h_k)$
n = *Artenzahl total (Eingriffs- und Kontrollfläche)*
d_m = $(\Sigma\, d_x) / n$ *(t-Test)*

Der Mittelwert d_m ist umso präziser, das heisst sein Vertrauensbereich umso kleiner, je mehr Arten für seine Schätzung vorhanden sind. Je präziser die Schätzung von d_m einer Studie ist, desto grösser ist ihr Gewicht in der Metaanalyse.

Resultate

Wirkung auf Indikator-Gilden im Überblick

Die Auswertung der 31 Fallstudien zeigt einen generellen, positiven Effekt der Biodiversitäts-Fördermassnahmen. Die Eingriffsflächen wiesen einerseits mehr Indikatorarten auf (Abbildung 2a), andererseits kamen die Indikatorarten auch mit grösserer Häufigkeit vor (Abbildung 2b). Aus den Abbildungen 2a und 2b geht aber auch hervor, dass nicht alle Fallstudien ein signifikant positives Ergebnis erzielen. Oft lässt sich nur eine positive Tendenz erkennen. Trotzdem tragen solche Fallstudien zum positiven Gesamteffekt der Metaanalyse bei, wenn dieses Muster wiederholt auftritt. Selten treten Fallstudien mit negativen Effekten auf, insbesondere bei der Wirkung auf die Häufigkeit der Indikatorarten (Abbildung 2b).

Wirkung auf Gefässpflanzen des lichten Waldes

Auf den Eingriffsflächen wurden bei den Gefässpflanzen generell mehr Indikatorarten für Licht und Wärme gefunden als auf Kontrollflächen (ein Beispiel wird in Abbildung 3 gezeigt). Der Unterschied betrug im Mittel +26%. Auch die Häufigkeit der Indikatorarten war im Mittel signifikant erhöht (Abbildungen 2a und 2b). Unter den Arten, die von den Eingriffen profitiert haben, sind einige typische Vertreter von Waldgesellschaften, die im durchschnittlichen Wirtschaftswald selten sind, zum Beispiel der Schmalblättrige Hohlzahn *(Galeopsis an-*

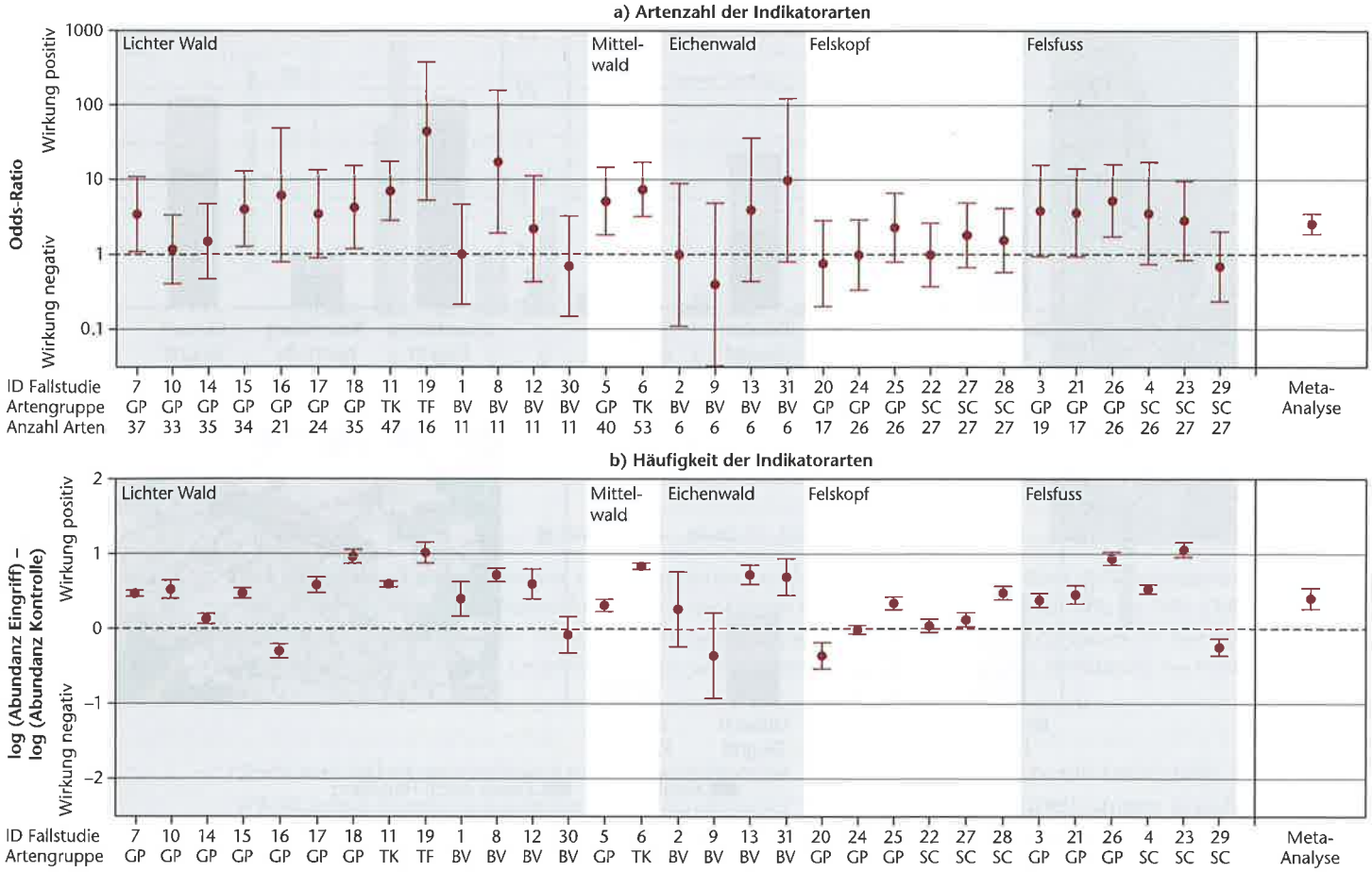

Abb 2 *Wirkung der Fördermassnahmen auf a) die Anzahl der Indikatorarten einer Organismengruppe (oben) und b) die Häufigkeit der Indikatorarten einer Organismengruppe (unten). Dargestellt sind die Einzelresultate aller 31 Fallstudien. Punkte oberhalb der gestrichelten Linie zeigen höhere Messwerte auf der Eingriffsfläche im Vergleich zur Kontrollfläche an, Punkte unterhalb dieser Linie geringere Messwerte. Die Balken geben den 95%-Vertrauensbereich für die Lage eines Messwerts an. Die Schätzung der Gesamtwirkung (Meta-Analyse) ist ganz rechts dargestellt. ID = Identifikationsnummer der Fallstudie gemäss Tabelle 2; Artengruppen: GP = Gefässpflanzen, TK = Totholzkäfer, TF = Tagfalter, BV = Brutvögel, SC = Schnecken.*

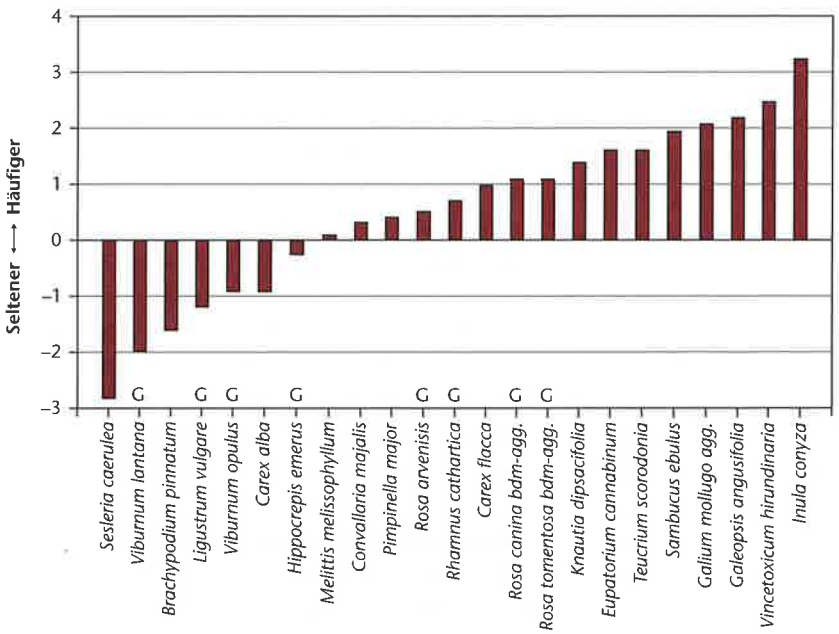

Abb 3 *Fallbeispiel Reservat Dübach in der Gemeinde Rothenfluh: Unterschiede in der relativen Differenz der Häufigkeit von Indikatorarten der Gefässpflanzen des lichten Waldes. Dargestellt ist für jede gefundene Art die Differenz der «Summe Deckungswerte Eingriff» minus der «Summe Deckungswerte Kontrolle». Die Deckungswerte wurden zuvor logarithmiert, sodass die relative Differenz im Verhältnis zur Kontrollfläche gemessen wird. Positive Werte zeigen eine grössere Häufigkeit auf der Eingriffsfläche im Vergleich zur benachbarten Kontrollfläche an. G = Gehölzart.*

gustifolia), die Schwalbenwurz *(Vincetoxicum hirundinaria)* oder der Dürrwurz-Alant *(Inula conyza)*. Arten der Roten Liste der Gefässpflanzen wurden in den Untersuchungsflächen keine beobachtet. Zu erwähnen ist, dass es in allen Fallstudien auch Indikatorarten für Licht und Wärme gab, die auf der Eingriffsfläche mit geringerer Abundanz vertreten sind als auf der Kontrollfläche (Abbildung 3).

Wirkung auf Totholzkäfer im lichten Wald

Bei der xylobionten Käferfauna zeigten sich markante Unterschiede zwischen Eingriffs- und Kontrollflächen (Abbildung 4). Wärmebedürftige Käferarten kamen auf den Kontrollflächen praktisch nicht vor, während auf den Eingriffsflächen der beiden Untersuchungsgebiete jeweils 14 Arten erfasst wurden. Bei der Individuenzahl waren diese Unterschiede noch deutlicher (Analysen nicht abgebildet). Gefährdete Totholzkäferarten wurden auf den Eingriffsflächen fast doppelt so viele festgestellt wie auf den benachbarten Kontrollflächen (10 vs. 8 Arten beziehungsweise 8 vs. 4 Arten). Auch blütenbesuchende Totholzkäfer wurden auf den Eingriffsflächen in grösserer Arten- und Individuenzahl gefunden (Abbildung 4).

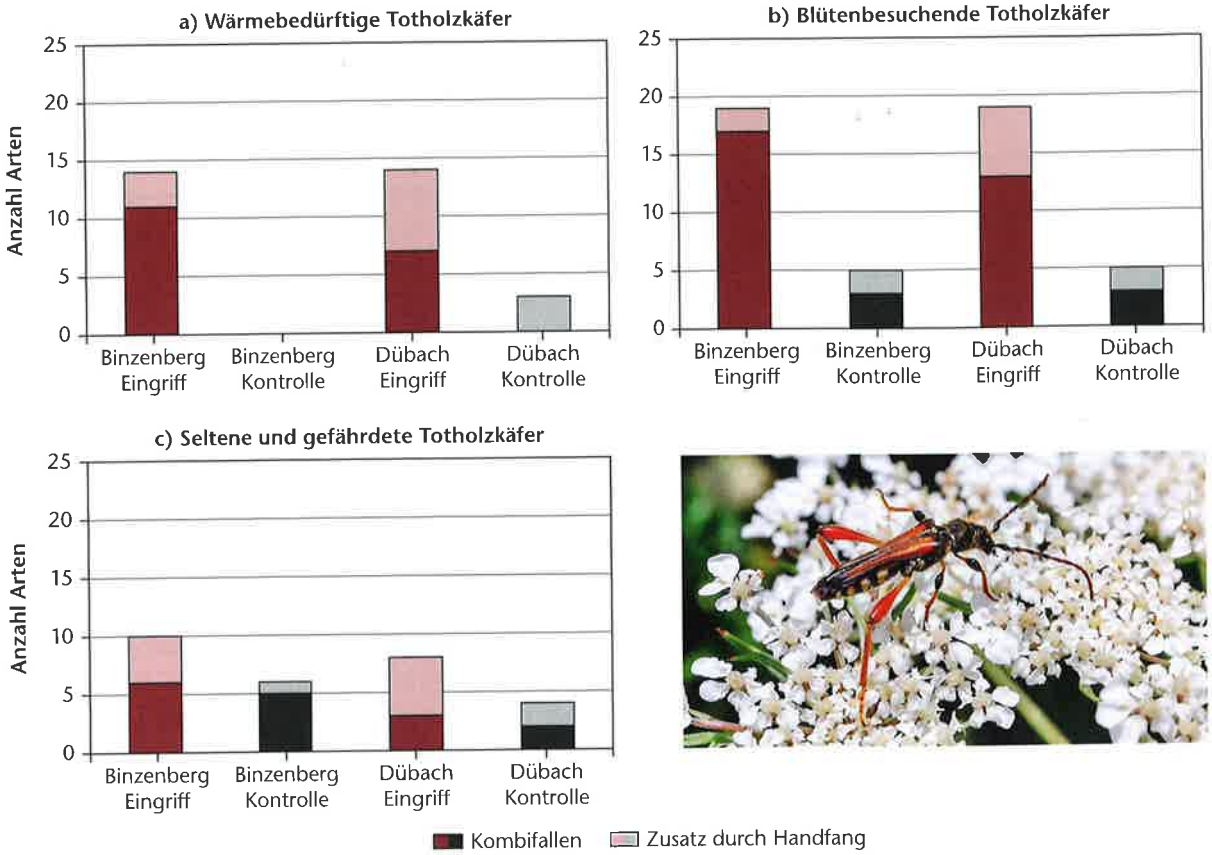

Abb 4 Vergleich der Artenzahlen ausgewählter Indikator-Gilden der xylobionten Käfer in den beiden Untersuchungsgebieten Binzenberg und Dübach. Dargestellt ist die Gesamtzahl der Käferarten, die zwischen Mai und August mit Kombifallen gefangen wurden (dunkler Säulenteil), ergänzt durch Arten, die durch einen Spezialisten direkt vor Ort festgestellt wurden (heller Säulenteil). Foto: Braunrötlicher Spitzdeckenbock (Stenopterus rufus). Foto: Christoph Bühler

Wirkung auf Gefässpflanzen an Felsstandorten

In vier der total sechs Fallstudien an Felsstandorten waren die typischen Felspflanzen sowohl bezüglich Artenzahl als auch Deckungsgrad auf den Eingriffsflächen im Vorteil. Positive Effekte wurden vor allem dort erzielt, wo die gehölzbedingte Beschattung vor dem Eingriff sehr deutlich war, zum Beispiel am Felsfuss oder auf stark eingewachsenen Felsköpfen. In zwei Untersuchungsgebieten auf Felsköpfen reagierten die Felsarten auf den Eingriff allerdings negativ (Abbildung 2b). In einem weiteren Fall einer erst im Jahr 2011 erfolgten Auflichtung zeigte sich nach einem Jahr noch kein deutlicher Unterschied zwischen Eingriff und Kontrolle (Fallstudie Nr. 22, Abbildung 2a und 2b). Es gelangen einige Artnachweise, die für den Kanton Basel-Landschaft bemerkenswert sind, darunter Hallers Segge *(Carex halleriana)*, die Straussblütige Margerite *(Tanacetum corymbosum)*, der Leberbalsam (Erinus alpinus), der Quell-Streifenfarn *(Asplenium fontanum)* oder die Moosorchis *(Goodyera repens)*.

Wirkung auf Schnecken an Felsstandorten

Über alle Untersuchungsgebiete hinweg wurde mit insgesamt 62 Arten knapp die Hälfte aller Landschneckenarten der Nordwestschweiz gefunden (Artenliste im elektronischen Appendix). Die Schneckenfauna der felsigen Lebensräume war in den aufgelichteten Beständen mehrheitlich artenreicher vertreten als auf benachbarten Kontrollflächen, wenn auch in weniger deutlichem Ausmass als bei den Gefässpflanzen. Hinsichtlich der Häufigkeit der einzelnen Arten waren die Eingriffsflächen aber klar im Vorteil. Von den typischen Felsbewohnern wurden bei 62% der Arten auf den Eingriffsflächen höhere Individuenzahlen ermittelt – zum Teil markant, zum Beispiel für die Zylinderwindelschnecke *(Truncatellina callicratis)* oder die Kleine Glattschnecke *(Cochlicopa lubricella;* beide mit Rote-Liste-Status NT). In einer Fallstudie wurde ein negativer Effekt der Eingriffe auf die Häufigkeit von Felsschnecken beobachtet (Nr. 29, Abbildung 2b).

Wirkung auf Brutvögel im lichten Wald

Über alle acht Fallstudien mit Brutvögeln betrachtet, die in vier Sonderwaldreservaten durchgeführt wurden, hatten die Fördermassnahmen eine tendenziell positive Wirkung auf die Indikatorarten. Die Effekte auf die Artenzahlen haben aufgrund der geringen Zahl beteiligter Indikatorarten allerdings sehr grosse Vertrauensbereiche (Abbildung 2a). Bei den Häufigkeiten sind die Effekte deutlicher ausgeprägt. Licht- und Wärmezeiger reagierten ähnlich

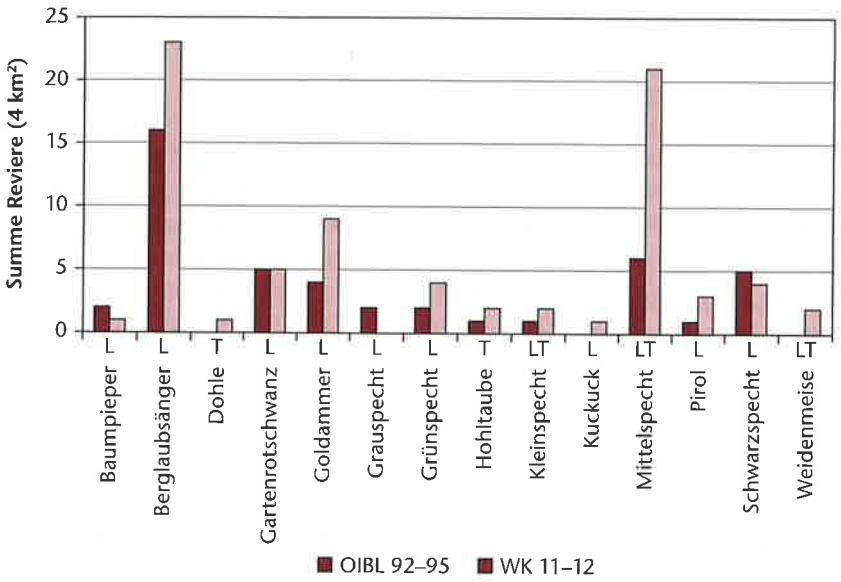

Abb 5 *Vergleich der Anzahl Brutreviere von Brutvogelarten zwischen den Erhebungen im Rahmen der Wirkungskontrolle (WK 11–12) und alten Daten gemäss Ornithologischem Inventar des Kantons Basel-Landschaft in den Jahren 1992 bis 1995 (OIBL 92–95) auf denselben Untersuchungsflächen. Dargestellt ist die Summe der Reviere pro Art über alle vier Fallstudien mit Brutvögeln. L = Art der Indikator-Gilde «lichter Wald», T = Art der Indikator-Gilde «totholzgebundene Arten». Rechts: Mittelspecht.* Foto: Nicolas Martinez

stark wie totholzgebundene Arten. Berglaubsänger *(Phylloscopus bonelli)*, Goldammer *(Emberiza citrinella)* und Mittelspecht *(Leiopicus medius)* waren die Arten mit den meisten zusätzlichen Brutrevieren auf den Eingriffsflächen (Abbildung 5).

Diskussion

Hohe Wirksamkeit der Fördermassnahmen

Ein wichtiges Ziel des Programms «Naturschutz im Wald» besteht darin, seltene oder gefährdete, licht- und wärmebedürftige Arten zu erhalten und zu fördern. Die Wirkungskontrolle über 31 Fallstudien hinweg bestätigt klar, dass dieses Ziel mit den angewendeten Massnahmen grundsätzlich erreicht wurde. Auflichtungen des Baumbestandes als Fördermassnahme zeigten eine deutliche Wirkung. Ähnlich deutliche Effekte sind aus aufgelichteten Mittelwäldern bekannt (Vandekerkhove et al 2016, Vild et al 2013). Besonders starke Effekte zeigen sich bei den Gefässpflanzen in den Bestandestypen «lichter Wald» und «Felsfuss» und generell bei den Totholzkäfern. Bei Letzteren lieferten sogar die meisten Fallstudien im Einzelnen signifikant positive Ergebnisse. Diese Resultate sind plausibel, weil das lokale Licht- und Wärmeangebot das Pflanzenwachstum beziehungsweise die Aktivität und Entwicklung von Insekten direkt beeinflussen. Die zentrale Bedeutung des Lichtes für die Vielfalt der Gefässpflanzen am Waldboden ist bekannt und der Zusammenhang gut untersucht (Brändli et al 2007, Hofmeister et al 2009, Vild et al 2013). Im Boden ruhende Pflanzensamen können unter gesteigertem Lichteinfall keimen, und im Schatten nur knapp überlebende Individuen können sich besser entwickeln. In den ersten Jahren nach den Auflichtungen besteht zudem ein erhöhtes Angebot an frischem Totholz, das für Käfer besonders attraktiv ist. Viele Holzkäfer werden auch durch Blüten angelockt, die nach einer Auflichtung in erhöhter Zahl vorhanden sind. Allerdings gibt es bei den Gefässpflanzen auch Fallstudien mit negativen Effekten. In der Fallstudie 16 waren in den Eingriffsflächen sechs Strauchgehölzarten seltener vorhanden. Entweder wurden diese durch den nur anderthalb Jahre zurückliegenden Eingriff dezimiert, oder die Eingriffs- und Kontrollfläche waren schon vor der Auflichtung sehr unterschiedlich mit diesen Arten ausgestattet. Derartige Verzerrungen lassen sich bei einem «control-impact»-Design mit räumlich benachbarten Eingriffs- und Kontrollflächen auch bei sorgfältiger Wahl des Untersuchungsgebiets nicht gänzlich vermeiden.

Eingeschränkte Wirksamkeit

Weniger eindeutig als für den «lichten Wald» wirkten die Auflichtungen in den Bestandestypen «Felskopf» und «Eichenwald». Aus dem Vergleich der Abbildungen 2a und 2b lässt sich schliessen, dass bei den Schnecken und Brutvögeln nicht unbedingt die Artenzahl, dafür aber die Häufigkeit der Indikatorarten auf Eingriffsflächen höher war. Lokal bereits vorhandene Arten konnten offenbar ihre Bestände vergrössern, zum Beispiel bei den Brutvögeln (Abbildung 5). Bei den Schnecken könnte ein ähnliches Reaktionsmuster zutreffen. Aufgrund der geringen Mobilität ist nicht zu erwarten, dass ihre Artenzahl in kurzer Zeit zunimmt. Zudem dürften mehr Licht und Wärme an den Felsstandorten zu lokaler Trockenheit führen, unter welcher sich Schnecken zu-

rückziehen. Die grundsätzlich hohe Artenvielfalt der Schnecken an trockenen Felsstandorten war denn auch eines der überraschenden Studienergebnisse.

Durch die Auflichtungen eindeutig begünstigt wurden also die typischen Standortspezialisten trockenwarmer Waldbestände. Diese Gruppe von Arten ist im Wirtschaftswald untervertreten und wird deshalb in den Sonderwaldreservaten gefördert. Viele dieser Arten sind dennoch weit verbreitet und keine Raritäten. Unter den erfassten Arten befinden sich nur wenige Vertreter der Roten Listen. Um solche Arten zu fördern, wäre eine gezieltere Auswahl der Förderflächen notwendig, zumindest was den botanischen Artenschutz betrifft. Trotz der klar positiven Ergebnisse dieser Wirkungskontrolle ist zu bedenken, dass es sich um eine Momentaufnahme handelt. Weil die aufgelichteten Flächen im Anschluss an diesen Eingriff den Baumbestand regenerieren, werden die positiven Effekte auf die Indikatorarten im Lauf der Zeit wieder abnehmen. Es ist davon auszugehen, dass Folgeeingriffe notwendig sein werden, um die Biodiversität auf hohem Niveau halten zu können.

Design für die Fallstudien

Bei den besprochenen Fallstudien kamen zwei verschiedene Anordnungen von Eingriffs- und Kontrollfläche zum Einsatz. Zu beiden Anordnungen bestehen Vorbehalte. Beim «before-after»-Design wird der Ausgangszustand noch vor den Eingriffen dokumentiert. Folgeerhebungen nach den Eingriffen zeigen, inwieweit sich dieser Zustand verändert. Für eine eindeutige Interpretation müsste parallel dazu die Veränderung auf einer Kontrollfläche erfasst werden, denn Veränderungen eines Indikators wie der Bestandesgrösse einer Art sind auch ohne Eingriffe möglich. So kann das Wetter einen starken Einfluss auf die Resultate haben, wenn Daten nur in einem Jahr erhoben werden. Die Gefahr von Fehlinterpretationen durch Jahreseffekte lässt sich verringern, indem die Erhebungen auf mehrere Jahre verteilt werden.

Beim «control-impact»-Design wird der Zustand auf einer Eingriffsfläche mit dem Zustand einer benachbarten Kontrollfläche verglichen. Die Wahl der Kontrollfläche ist dabei eine grosse Herausforderung. Es ist kaum zu bewerkstelligen, dass die Ausgangslage auf der Kontrollfläche exakt identisch ist wie auf der Eingriffsfläche. Da Massnahmen bevorzugt in Beständen mit besonders guter Ausgangslage ausgeführt werden (zum Beispiel in bereits lichten Bestände) ist nicht auszuschliessen, dass die Flächen bereits vor der Massnahme ein unterschiedliches Arteninventar hatten. Ein geringer Abstand zwischen Eingriffs- und Kontrollfläche kann zudem dazu führen, dass Arten nach den Eingriffen von der einen in die andere Fläche wechseln. Eingriffs- und Kontrollfläche sind dann nicht mehr als unabhängig zu betrachten. Das «control-impact»-Design ist aber die einzige Möglichkeit, wenn keine Daten zum Ausgangszustand einer Förderfläche vorliegen.

Anforderungen an Fallstudien

Ein fallstudienbasierter Ansatz für die Wirkungskontrolle hat den grossen Vorteil, dass sich damit heterogenes Datenmaterial kombinieren und statistisch auswerten lässt. Das bedeutet aber keineswegs, dass jede beliebige Untersuchung dafür brauchbar wäre. Die formalen Anforderungen an die Qualität von Fallstudien für die Metaanalyse sind grundsätzlich dieselben wie für alle Erhebungen, die einer Wirkungskontrolle dienen sollen. Werden diese Anforderungen erfüllt, sind auch kleine, lokale und kostengünstige Fallstudien wertvoll:

- Vergleich mit Referenzzustand: Bestände mit Fördermassnahmen (Eingriffsflächen) werden relativ zu Beständen ohne Fördermassnahmen (Kontrollflächen) beurteilt.
- Relevanz des Indikators: Es darf ein klarer Zusammenhang zwischen Fördermassnahme und erhobenem Indikator angenommen werden.
- Reproduzierbarkeit und Aussageschärfe: Die Messung erfolgt mit standardisierter Methodik und ausreichend umfangreich, sodass Unterschiede zwischen Eingriff und Kontrolle nachweisbar werden.
- Für die Nutzbarkeit in einer Metaanalyse ist insbesondere entscheidend, dass alle Fallstudien dieselbe Messgrösse verwenden.

Konzeptionelle Alternativen

Ob sich bestehende Untersuchungen für eine Metaanalyse eignen und wie gross die Datenlücken für eine Metaanalyse sind, ist im Voraus zu evaluieren. Für eine breit abgestützte Wirkungskontrolle zur Waldbiodiversität sind allerdings auch andere Konzepte denkbar, oder sie bestehen bereits. Einige Kantone arbeiten seit Längerem daran, massnahmenspezifisch oder auf waldtypische Organismengruppen bezogen eine Sammlung von repräsentativen und aussagekräftigen Fallstudien aufzubauen. Dies gilt beispielsweise für die Kantone Zürich, Zug und Thurgau (Bertiller et al 2006, Ziegler & Bernath 2021, Schmider & Bernowitz 2013). Andere Kantone stützen sich auf systematische Erhebungen, die an ein regelmässiges, flächendeckendes Stichprobennetz gekoppelt sind. Forstliche Waldinventuren oder das nationale Biodiversitätsmonitoring bieten hier Ansatzpunkte. Diese Konzepte erfordern ein nach statistischen Grundsätzen erarbeitetes Stichprobendesign. In der Regel muss das Stichprobennetz lokal verdichtet werden. Ausserdem sind eine Beschränkung auf wenige, zentrale Indikatoren (Organismengruppen, Lebensraummerkmale) und ein langfristig gesicherter Mitteleinsatz nötig. Im Kanton Aargau basiert die Wirkungskontrolle zur Biodiversitätsförderung auf einem solchen Konzept (BVU 2019). ■

Eingereicht: 11. Mai 2021 akzeptiert (mit Review): 9. September 2021

Dank

An das Amt für Raumplanung Basel-Landschaft und das Amt für Wald beider Basel als Auftraggeber der Studie und insbesondere an Paul Imbeck, Sylvia Nussbaum und Peter Tanner als Mitglieder der kantonalen Begleitgruppe. Weiter an diverse Kreis- und Revierförster, welche die Felderhebungen mit ihren Grundlagen und Ortskenntnissen unterstützt haben. An Frederik Baumgarten, Ulrich Bense, Jörg Rüetschi, Thomas Stalling und Nicolas Strebel für ihre Feldarbeit und an Christophe Berney, Regina Joehl (oekoskop), Martin Schläpfer und Regula Tester, die ihre Berichte und Daten zur Verfügung gestellt haben. An Kurt Bollmann, Veronika Braunisch, Ueli Bühler, Ulrich Mergner und Barbara Schlup, die mit ihren Kommentaren diesen Artikel verbessert haben und an das Amt für Wald beider Basel, das die zusätzlichen Druckkosten für diesen Artikel übernommen hat.

Literatur

ABEGG B ET AL (2005) Aktionsplan Lichte Wälder im Kanton Zürich. Zürich: Baudirektion Kanton Zürich. 30 p.

BERTILLER R, KEEL A, STUTZ H-P (2006) Bewertung lichter Wälder im Kanton Zürich und der Nutzen für das Projektmanagement. Schweiz Z Forstwes 157: 303–309. doi: 10.3188/szf.2006.0303

BRÄNDLI U-B, BÜHLER C, ZANGGER A (2007) Waldindikatoren zur Artenvielfalt – Erkenntnisse aus LFI und BDM Schweiz. Schweiz Z Forstwes 158: 243–254. doi: 10.3188/szf.2007.0243

BVU (2019) Naturschutzprogramm Wald, Zwischenbericht 2019. Ziele und Handlungsbedarf fünfte Etappe (2020–2025). Aarau: Departement Bau, Verkehr, Umwelt. 27 p.

HOFMEISTER J, HOŠEK J, MODRÝ M, ROLEČEK J (2009) The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. Plant Ecology 205: 57–75.

KANTON BASEL-LANDSCHAFT (2013) Naturschutz im Wald: Weiterführung Verpflichtungskredit 2014–2015. Vorlage an den Landrat des Kantons Basel-Landschaft, 2013–389. 19 p.

SCHMIDER P, BERNOWITZ K (2013) Biodiversität im Wald: Konzept und Methode der Erfolgskontrolle im Kanton Thurgau. Schweiz Z Forstwes 164: 1–9. doi: 10.3188/szf.2013.0001

TESTER R (2007) Langzeitentwicklung der Tagfalter im Waldaufwertungsgebiet Meistelberg/Bolberg. Interner Bericht im Auftrag der Abteilung Natur und Landschaft, Kanton Basel-Landschaft. 16 p.

VANDEKERKHOVE K, THOMAES A, CRÈVECOEUR L, DE KEERSMAEKER L, LEYMAN A, KÖHLER F (2016) Saproxylic beetles in non-intervention and coppice-with-standards restoration management in Meerdaal forest (Belgium): an exploratory analysis. iForest 9: 536–545.

VILD O, ROLEČEK J, HÉDL R, KOPECKÝ M, UTINEK D (2013) Experimental restoration of coppice-with-standards: Response of understorey vegetation from the conservation perspective. Forest Ecol Manage 310: 234–241.

ZIEGLER M, BERNATH L (2021) Konzept Waldbiodiversität Kanton Zug. Vollzug des Naturschutzes im Wald. Rahmenbedingungen, Vollzugsinstrumente, Massnahmen und Wirkungskontrolle im Überblick. Zug: Direktion des Innern. 54 p.

Promotion de biodiversité en forêt par des interventions: contrôle d'efficacité sur la base d'études de cas

Le programme «Protection de la nature en forêt» est mis en œuvre dans le canton de Bâle-Campagne depuis 1998. Conformément à l'ordonnance du parlement cantonal, un contrôle d'efficacité a été réalisé 15 ans après son lancement. Dans le cadre du contrôle d'efficacité, l'effet des interventions en faveur des espèces végétales et animales héliophiles et thermophiles, ainsi que les espèces dépendantes du bois mort a été étudié. Le contrôle d'efficacité est basé sur 31 études de cas dans 13 réserves forestières différentes. Les études de cas se référaient aux types de peuplements suivants: forêt claire, chênaies, taillis sous futaie et sites rocheux. En fonction de l'étude de cas, différents groupes d'organismes ont été étudiés en utilisant différentes méthodes de relevés: plantes vasculaires, coléoptères saproxyliques, escargots, oiseaux nicheurs et papillons. L'effet des interventions a été déterminé soit par une comparaison «avant-après», soit par une comparaison «contrôle-impact». Une méta-analyse a démontré que les espèces indicatrices bénéficient en général des interventions effectuées. Les guildes typiques des communautés associées aux forêts claires et chaudes étaient significativement plus riches en espèces et plus abondantes sur les parcelles d'étude avec intervention que sur les parcelles témoins sans intervention. Bien que les études réalisées dans le canton de Bâle-Campagne aient été achevées il y a sept ans déjà, elles constituent à ce jour l'un des rares exemples d'un contrôle complet de l'efficacité de la promotion de la biodiversité dans les forêts suisses. Les avantages, mais aussi les limites d'une approche basée sur des études de cas sont discutés et les exigences relatives aux données sont mises en évidence.

Intervening to promote biodiversity in forests: monitoring effectiveness by using case studies

The "Naturschutz im Wald" (Nature Conservation in Forests) programme has been in place in the Canton of Basel-Country since 1998. After 15 years, the cantonal parliament ordered that the programme's effectiveness should be monitored by assessing the effects of nature conservation-oriented interventions on light- and heat-demanding plant and animal species as well as on those associated with deadwood. The effectiveness monitoring is based on 31 case studies in 13 different forest districts. The case studies are related to various stand types: open forest, oak forest, coppice with standards, and stands on stony sites. Depending on the case study, different groups of organisms were examined using different survey methods: vascular plants, deadwood beetles, gastropods, breeding birds, and butterflies. The effect of the interventions was determined either by means of a "before-after" comparison or a "control-impact" comparison. A meta-analysis showed that the indicator species benefit from the interventions carried out. The typical indicator guilds of warm and light forest communities were significantly more species-rich and more abundant on study plots with interventions than on control plots without interventions on the same plots before the intervention. Although the study in Basel-Country was completed seven years ago, it is still one of the few examples of comprehensive effectiveness monitoring of biodiversity promotion in the Swiss forest. The advantages, but also the limits of an effectiveness monitoring approach based on case studies are discussed and data requirements are identified.