

Monitoring und Wirkungskontrolle Biodiversität

Übersicht zu nationalen Programmen und Anknüpfungspunkten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Monitoring und Wirkungskontrolle Biodiversität

Übersicht zu nationalen Programmen und Anknüpfungspunkten

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Tabea Kipfer, Adrian Zangger, Matthias Plattner

Begleitung BAFU

Glenn Litsios

Beiträge

Thomas Sattler, Hans Schmid, Samuel Wechsler, Schweiz.

Vogelwarte Sempach

Ariel Bergamini, Steffen Boch, Martina Hobi, Lukas Wotruba,
Eidg. Forschungsanstalt WSL

Claudio De Sassi, BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme,
Landschaften

Irène Künzle, InfoSpecies

Christoph Bühler, Nicolas Martinez, Tobias Roth,
Hintermann & Weber AG

Martin Weggler, Orniplan AG

Jacques Thiébaud, karch Genève

Gottlieb Dändliker, inspecteur cantonal de la faune, Genève

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2020: Monitoring und Wirkungskontrolle Bio-
diversität. Übersicht zu nationalen Programmen und Anknüp-
fungspunkten. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen
Nr. 2005: 57 S.

Gestaltung

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

BDM-Probefläche in Nouvelle Censière NE

© Alain Jotterand

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-2005-d

Eine gedruckte Fassung kann nicht bestellt werden.

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.

Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2020

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	6	Programme mit Bezug zu nationalen Monitorings	41
Vorwort	6	6.1	Langfristüberwachung der Artenvielfalt in der normal genutzten Landschaft des Kt. Aargau	41
1 Einleitung	7	6.2	Biodiversitätsmonitoring Thurgau (BDM Thurgau)	44
2 Monitoring und Wirkungskontrolle	8	6.3	Biodiversitätsmonitoring auf Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen des Bundes (BDM VBS)	47
3 Nationale Programme Biodiversität	10	6.4	Überwachung der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung im Kanton Genf	49
3.1 Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM)	10	6.5	Avimonitoring Kanton Zürich	51
3.2 Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)	14	7 Entscheidungshilfe für die Planung	53	
3.3 Monitoring Häufige Brutvögel (MHB)	17	7.1	Vorgehen und grundsätzliche Fragen	53
3.4 Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten	20	7.2	Erfolgsfaktoren	53
4 Daten aus anderen nationalen Programmen	23	8 Quellen	56	
4.1 Rote Listen	24			
4.2 InfoSpecies: Datenmanagement und -fuss	25			
4.3 Nationale Programme mit Zusatzinformationen	29			
5 Auswertungen mit bestehenden Daten	36			
5.1 Analyse «Zustand und Entwicklung der Biodiversität im Kanton Bern»	36			
5.2 Auswertung Makrozoobenthos in kleinen Fliessgewässern	37			
5.3 Tagfalter-Index: Kombination von CSCF- und BDM-Daten	39			

Abstracts

Switzerland has a number of national programmes to monitor biological diversity, as well as various cantonal biodiversity and impact monitoring programmes. This publication presents the four main programmes run by the federal government, describes their survey design and shows how synergies can be exploited. Using several examples, it illustrates how canton- or project-specific issues can be investigated by means of combined analyses of existing data sets as well as complementary data collections that are aligned with the national programmes in terms of design and recording method.

In der Schweiz bestehen mehrere nationale Programme zur Überwachung der biologischen Vielfalt. Ergänzt werden sie durch verschiedene kantonale Monitorings und Wirkungskontrollen im Bereich Biodiversität. In der vorliegenden Publikation werden die vier übergeordneten Programme des Bundes vorgestellt, ihr Erhebungsdesign beschrieben und aufgezeigt, wie sich Synergien nutzen lassen. Anhand mehrerer Beispiele wird dargestellt, wie sich kantons- oder projektspezifische Fragestellungen untersuchen lassen, einerseits mittels kombinierter Auswertungen bestehender Datensätze und andererseits mit ergänzenden Datenerhebungen, die bezüglich des Designs und der Aufnahme-methodik mit den nationalen Programmen abgestimmt sind.

Il existe en Suisse plusieurs programmes nationaux de surveillance de la diversité biologique, qui sont complétés au niveau cantonal par des projets de monitoring et de suivi des effets dans le domaine de la biodiversité. La présente publication fait le point sur les quatre grands programmes mis en place par la Confédération, décrit leurs stratégies de relevé respectives et explique comment en exploiter les synergies. Plusieurs exemples montrent comment il est possible d'étudier des problématiques spécifiques à un canton ou à un projet en procédant, d'une part, à des analyses combinées (basées sur différents jeux de données disponibles) et, d'autre part, à des collectes de données complémentaires (selon une stratégie et une méthode de relevé compatibles avec les programmes nationaux).

In Svizzera esistono numerosi programmi nazionali per la sorveglianza della diversità biologica, i quali sono integrati da monitoraggi e controlli dei risultati cantonali nel campo della biodiversità. Questa pubblicazione presenta i quattro programmi generali della Confederazione, ne descrive la progettazione di indagine e mostra come si possono sfruttare le sinergie. Degli esempi sono utilizzati per illustrare in che modo è possibile esaminare questioni specifiche ai Cantoni o ai progetti attraverso analisi combinate di record di dati esistenti e rilevazioni complementari coordinate con i programmi nazionali per quanto concerne la progettazione e il metodo di rilevazione.

Keywords:

biodiversity, environmental indicators, monitoring, impact monitoring, survey design, population trends

Stichwörter:

Biodiversität, Umweltindikatoren, Monitoring, Wirkungskontrolle, Erhebungsdesign, Bestandstrends

Mots-clés :

biodiversité, indicateur de l'environnement, monitoring, suivi des effets, conception du relevé, tendances d'effectifs

Parole chiave:

biodiversità, indicatori ambientali, monitoraggio, controllo dei risultati, progettazione di indagine, tendenze delle popolazioni

Vorwort

Die Veränderung der Biodiversität ist offenkundig. Wichtige Prozesse, die entscheidenden Einfluss auf Arten und Lebensräume haben, erfolgen oft schleichend. Mit Überwachungsprogrammen können Trends frühzeitig erkannt und die Wirkung von Massnahmen erfasst bzw. optimiert werden. Daten zur Entwicklung der Biodiversität sind deshalb eine wichtige Entscheidungsgrundlage bei der Ausrichtung der unterschiedlichen Politikbereiche. Dementsprechend ist der Auftrag zur Überwachung der Biodiversität auch in internationalen Übereinkommen und im Bundesrecht festgeschrieben.

In der Schweiz ist die Überwachung der Biodiversität mittlerweile etabliert, auch im Verbund mit anderen Umweltbereichen. Es ist unmöglich, die gesamte Biodiversität in der Schweiz zu überwachen. Vor rund 20 Jahren wurden zwei nationale Monitoringprogramme gestartet, die eine systematische Übersicht über die ganze Schweiz liefern sollen: Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM und das Monitoring Häufige Brutvögel MHB. Dabei wurden einheitliche Standards zur Erfassung der Biodiversität erprobt und festgelegt. Ergänzend dazu hat das BAFU Wirkungskontrollen zu den Inventaren von nationaler Bedeutung und für Naturwaldreservate aufgebaut. Und Rote Listen vergleichen anhand international abgestützter Richtlinien die Entwicklung gefährdeter Arten.

Trotz neuen technischen Möglichkeiten sind nach wie vor teils aufwändige Felderhebungen für die Erfassung von Arten nötig. Mit optimierten Methoden und sorgfältig abgestimmten Erhebungsdesigns können die finanziellen Mittel gezielt eingesetzt werden. Zentral dabei ist, Synergien zwischen den verschiedenen Programmen zu nutzen, was einer Stärke der Bundesprogramme entspricht.

Die Daten aus den Bundesprogrammen stehen auch den Kantonen zur Verfügung, haben aber je nach Fragenstellung keine ausreichende räumliche Auflösung. Kantonale Erhebungsprogramme können hier ergänzende Daten liefern. Indem sie auf die laufenden Monitorings und Wirkungskontrollen abgestimmt sind, lassen sich Synergien optimal nutzen und Aufwände reduzieren. Im Rahmen der Programmvereinbarungen können die harmonisierten Erhebungen der Kantone zudem vom BAFU mitunterstützt werden.

Mit der vorliegenden Publikation zeigt das BAFU auf, welche nationalen Programme laufen und wo sich Anknüpfungspunkte für Kantone ergeben können – mit kombinierten Auswertungen bestehender Grundlagen oder mit ergänzenden Datenerhebungen. Der Bericht soll dazu beitragen, die Datengrundlagen zu Zustand und Entwicklung der Biodiversität auf eine effiziente Art zu verbessern und die Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen zu stärken.

Hans Romang
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

Internationale Übereinkommen wie die UN-Biodiversitätskonvention (CBD) und nationale Vorgaben (Bundesverfassung mit den entsprechenden Gesetzen und Verordnungen) verpflichten zur Erhaltung der biologischen Vielfalt in der Schweiz. Um diesem Auftrag nachzukommen und Arten und Lebensräume langfristig schützen zu können, sind Angaben zu Zustand und Entwicklung der Biodiversität unabdingbar. Nur so können Probleme frühzeitig erkannt und Ziele festgelegt werden, um folgerichtig Schutz- und Fördermassnahmen zu ergreifen und später deren Wirkung zu überprüfen. Monitorings und Wirkungskontrollen gehören somit zu den Steuerungsinstrumenten für einen effizienten Einsatz von Ressourcen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität.

Art. 27a NHV überträgt dem BAFU die Aufgabe, für die Überwachung der biologischen Vielfalt zu sorgen und diese mit anderen Tätigkeiten der Umweltbeobachtung abzustimmen. Dementsprechend wurden in den letzten rund 20 Jahren auf nationaler Ebene sowohl Monitoringprogramme als auch Wirkungskontrollen entwickelt. Nach umfangreichen Methodentests begannen standardisierte Datenerhebungen. Die Daten werden als Indikatoren aufbereitet (z. B. Umweltindikatoren BAFU), für aktuelle Fragestellungen situativ analysiert, für wissenschaftliche Publikationen verwendet oder auch periodisch als Syntheseberichte zum Zustand der Biodiversität zusammengefasst (z. B. BAFU 2017). Entsprechend seiner Zuständigkeit konzentriert sich das BAFU bei diesen Erhebungen auf grossräumige Entwicklungen in der Schweiz, in biogeografischen Regionen oder in Biotopen von nationaler Bedeutung.

Die Kantone können die Überwachung ergänzen und sich bei der Datenerhebung mit dem BAFU abstimmen (Art. 27a NHV). Sowohl die Programmvereinbarung «Naturschutz» wie auch die Programmvereinbarung «Waldbiodiversität» sehen in ihren Programmzielen Projekte zum Aufbau und Betrieb von Monitorings bzw. Wirkungskontrollen vor (BAFU 2018).

Die Entwicklung der Biodiversität lässt sich immer nur stellvertretend anhand einer Auswahl von Artengruppen, Lebensräumen oder Standorten untersuchen. Der Einsatz finanzieller und personeller Ressourcen für Monitorings und Wirkungskontrollen sollte zudem in einem vernünftigen Verhältnis zu den Aufwänden für die konkreten Schutz- und Fördermassnahmen stehen. Daher ist es angezeigt, Synergien zwischen einzelnen Programmen einerseits und zwischen Bund und Kantonen andererseits zu suchen. Gemeinsame Auswertungsmöglichkeiten sind vor allem dann möglich, wenn Bund und Kantone für themenverwandte Fragestellungen vergleichbare Methoden wählen. Dies setzt voraus, sich bei der Neukonzeption von Monitorings und Wirkungskontrollen frühzeitig zu informieren und gegenseitig abzusprechen.

Die vorliegende Publikation behandelt die übergeordneten Monitorings und Wirkungskontrollen des Bundes und gibt Beispiele, wie Synergien mit anderen Programmen möglich sein können. Bestehende kantonale Wirkungskontrollen zu einzelnen Artenförderungsprojekten oder gezielten Massnahmen in Lebensräumen werden damit nicht in Frage gestellt. Im Gegenteil, zu Monitorings und Wirkungskontrollen im Naturschutzbereich bestehen viele methodische Ansätze, die sich je nach Fragestellung zwingend unterscheiden müssen.

In dieser Publikation wird aufgezeigt, welche Programme auf nationaler Ebene bestehen und wie sich diese gemeinsam nutzen lassen (Kap. 3 und 4). Ausgehend von den langfristigen nationalen Monitorings und Wirkungskontrollen enthält die Publikation Anwendungsbeispiele zu kombinierten Analysen mit verschiedenen Datenquellen (Kap. 5). Zudem wird exemplarisch dargestellt, wie sich mittels Verdichtungen der nationalen Monitorings und Wirkungskontrollen kantons- oder projektspezifische Fragestellungen untersuchen lassen (Kap. 6). Das letzte Kapitel (Kap. 7) enthält Hinweise, worauf bei Abklärungen für neue Programme zu achten ist.

2 Monitoring und Wirkungskontrolle

Die Begriffe Monitoring und Wirkungskontrolle beschreiben verschiedene Formen von Überwachungsprogrammen, die sich vor allem hinsichtlich der Fragestellungen, die sie beantworten können, unterscheiden und entsprechend unterschiedliche Erhebungsdesigns aufweisen. Bei der Konzeption eines neuen Programms ist es deshalb wichtig, sich über die Ziele im Klaren zu sein und bei der Auswahl der Methodik darauf zu achten, dass sich gute Verknüpfungen mit anderen Referenzdaten ergeben.

Monitoring und Wirkungskontrolle werden unterschiedlich definiert. In der vorliegenden Publikation geht es nicht um eine umfassende Darstellung der verschiedenen Definitionen und Ansätze. Es sei hier einerseits auf die Empfehlungen von KBNL und BUWAL (Maurer & Marti 1999) und andererseits grundsätzlich auf die sich stetig weiter entwickelnde wissenschaftliche Literatur verwiesen. Bei der englischsprachigen Literatur ist allerdings darauf zu achten, dass der Begriff «Monitoring» oft sowohl für Dauerbeobachtung als auch für Wirkungskontrolle verwendet wird.

Mit Monitorings und Wirkungskontrollen wird allgemein die Entwicklung einer Zielgrösse erfasst – im hier vorliegenden Fall die Entwicklung der Biodiversität. Die Erhebungen sollen verlässliche Daten liefern, die als Grundlage für Entscheide zu bestehenden und/oder neuen Fördermassnahmen herangezogen werden können. In der Praxis werden die Grenzen zwischen Monitoring und Wirkungskontrolle oft nicht so scharf gezogen. Vom Grundsatz her haben Programme zu Monitoring oder Wirkungskontrolle aber unterschiedliche Zielsetzungen (Tab. 1):

- Monitoringprogramme dienen der langfristigen Überwachung. Es handelt sich dabei um eine laufende Sammlung von Daten und Informationen, welche Auskunft über Ausmass und die Richtung von Veränderungen geben. Sie decken in der Regel allgemeine Entwicklungen auf übergeordneter Ebene ab. Im Fokus steht nicht ein vordefinierter Zielzustand, sondern die langfristige Veränderung der beobachteten Parameter. Da kein direkter Bezug zur Umsetzung einzelner Projekte besteht, liefern Monitorings meist keine gesicher-

ten Aussagen zu Ursachen. Aus den Daten lassen sich aber Hypothesen zu möglichen Einflüssen entwickeln, Prognosen ableiten oder allgemeine politische Zielvorgaben überprüfen.

- Wirkungskontrollen liefern projekt- und programmspezifische Informationen. Sie haben deshalb einen engeren Fokus. Die Grundfrage lautet, inwieweit ein gewünschter Zielzustand erreicht wird und inwiefern dies auf die ergriffenen Massnahmen zurückzuführen ist. Zudem geben sie Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten für die überprüften Projekte. Wirkungskontrollen werden oft zusammen mit Umsetzungs-/Verfahrenskontrollen unter dem Begriff «Erfolgskontrolle» zusammengefasst. Umsetzungs-/Verfahrenskontrollen überprüfen, ob angeordnete Massnahmen durchgeführt worden sind.

Tab. 1: Merkmale von Monitoring und Wirkungskontrolle

Monitoring	Wirkungskontrolle
Allgemein Umweltbeobachtung	Teil einer Erfolgskontrolle
Fokus weit (unscharf), flexibel für neue Fragen einsetzbar	Fokus auf im Voraus eng definierte Fragen
Ziel: Zustand und langfristige zeitliche Veränderungen (Ausmass und Richtung) feststellen	Ziel: Wirkung von gezielten Massnahmen erkennen
Langfristig (zunehmende Aussagekraft mit Beobachtungsdauer)	Meist kurzfristig bis zu ersten Zwischenergebnissen, mit Möglichkeit zu Korrekturen bei den Massnahmen
Mit den Daten werden in der Regel repräsentative Aussagen zum Gesamtsystem gemacht	Mit den Daten werden Hypothesen getestet; Vergleich zwischen Ist- und Zielzustand

Die unterschiedlichen Zielsetzungen von Monitoring und Wirkungskontrolle sind vor allem wesentlich bei der Konzeption der Programme. Bei der Wirkungskontrolle sind die zentralen Fragen bereits im Voraus klar definiert (z. B.: Inwiefern wird der gewünschte Zielzustand erreicht?) und somit können Indikatoren und Methoden gezielt da-

rauf abgestimmt und das Erhebungskonzept hinsichtlich Stichprobenumfang optimiert werden. Allerdings braucht es auch bei Wirkungskontrollen, die über einen langen Zeitraum laufen, ein gewisses Mass an Redundanz hinsichtlich des Stichprobenumfangs, damit beim Wegfallen von Untersuchungsflächen die Stichprobe noch genügend gross bleibt.

Die Zielsetzung von Monitorings ist breiter gefasst. Zwar werden die Grundfragen auch zu Beginn definiert, diese sind aber allgemeiner formuliert als bei der Wirkungskontrolle, so dass Entwicklungen breit abgedeckt sind und sich später auch Trends zu neuen Fragen untersuchen lassen. In diesem Zusammenhang ist oft gewünscht, dass noch weitere Daten erfasst werden, die für den primären Auftrag zwar nicht zwingend sind, aber wichtige Zusatzinformationen liefern. Wenn beispielsweise zusätzlich die Landnutzung erfasst wird, können Artentrends in Relation zur Nutzung gesetzt werden. Auf jeden Fall sollen auch bei Monitoringprogramme zu Beginn klare Ziele definiert und die zentralen Auswertungen (z. B. Indikatoren) beziehungsweise die geeigneten Methoden festgelegt werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sehr viele Daten erhoben werden, aus denen man dann nachträglich versucht, Aussagen zu generieren.

Weder Monitorings noch Wirkungskontrollen geben für sich alleine ein umfassendes Bild zum Umweltzustand in einem bestimmten Gebiet. Ein eigentlicher Mehrwert entsteht, wenn sich Monitoring und Wirkungskontrolle ergänzen. Wirkungskontrollen liefern in der Regel spezifischere Informationen, die aber wiederum in einen grösseren Zusammenhang gesetzt werden müssen. Ergebnisse aus Monitorings können dabei als Referenz zur allgemeinen und langfristigen Entwicklung dienen und somit helfen, den Erfolg für Fragestellungen der Wirkungskontrollen zu bewerten, beispielsweise genereller Trend bei Arten(gruppen) in Regionen/der Schweiz im Vergleich zur Entwicklung in Schutzgebieten. Mit Daten aus weiteren (Forschungs-)Projekten kann den Ursache-Wirkungs-Beziehungen noch gezielter auf den Grund gegangen werden. Gerade die Kombination verschiedener Daten aus Monitorings, Wirkungskontrollen und ergänzenden Projekten gewinnt mit neuen statistischen Auswertungsverfahren an Bedeutung.

3 Nationale Programme Biodiversität

In den letzten beiden Jahrzehnten wurden in der Schweiz mehrere nationale Programme entwickelt, die einerseits die Überwachung der Biodiversität und andererseits die Wirkungskontrolle in ausgewählten Lebensräumen (Biotope von nationaler Bedeutung, Naturwaldreservate) zum Ziel haben. Eine aufeinander abgestimmte Aufnahmemethodik soll gewährleisten, dass die erhobenen Daten untereinander bzw. mit anderen regionalen Programmen vergleichbar sind.

3.1 Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM)

3.1.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung (Veränderung über die Zeit) der Artenvielfalt in der Schweiz mit Fokus auf die normal genutzte, durchschnittliche Landschaft («Normallandschaft»)
- Design der Erhebung: 3 regelmässige Stichprobennetze über die ganze Schweiz, Wiederholung der Aufnahmen alle 5 Jahre
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (2001), Gefässpflanzen (2001), Moose (2001), Mollusken (2001), Tagfalter (2003), Gewässerinsekten (EPT-Artengruppe; 2010)
- Literatur:
 - Koordinationsstelle BDM 2014: Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Beschreibung der Methoden und Indikatoren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1410: 104 S.
- Weblink: www.biodiversitymonitoring.ch
- Trägerschaft/Finanzierung: Bundesamt für Umwelt BAFU
- Kontakt: Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, aoel@bafu.admin.ch
Hintermann & Weber AG, reinach@hintermannweber.ch

3.1.2 Ziele des Programms

Mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) wird die langfristige Entwicklung der Artenvielfalt ausgewählter Organismengruppen erfasst, wobei das Augenmerk auf die Erhebung häufiger und verbreiteter Arten gerichtet ist. Das BDM hat zum Ziel, repräsentative Aussagen

zur Artenvielfalt für die gesamte Schweiz zu ermöglichen. Die Entwicklung der Artenvielfalt wird überall, das heisst auch auf intensiv genutzten Flächen, gemessen, so dass sich Aussagen zur «Normallandschaft» machen lassen.

3.1.3 Design der Erhebung

Das BDM umfasst 3 Messnetze auf unterschiedlichen Skalen:

- «Artenvielfalt in Landschaften» (Abb. 1): Regelmässige Stichprobe mit rund 450 Probeflächen von je 1 km²; verdichtetes Messnetz im Jura und in der Südschweiz. Erhebung von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern auf einem genau vorgegebenen Wegstück durch den Quadranten. Bei den Gefässpflanzen wird nur die Präsenz bzw. Absenz festgestellt, bei den Tagfaltern und Brutvögeln zusätzlich auch die Individuendichte. Die Brutvogelerhebungen sind koordiniert mit dem Programm Monitoring Häufige Brutvögel MHB (vgl. Kap. 3.3). Ein Teil der Brutvogel- und Tagfaltererhebungen werden ebenfalls vom Programm ALL-EMA verwendet (vgl. Kap. 3.4.1).
- «Artenvielfalt in Lebensräumen» (Abb. 2): Regelmässige Stichprobe mit rund 1450 Probeflächen. Erhebung der Gefässpflanzen inkl. der Schätzung des Deckungsgrades auf einer Kreisfläche von 10 m² (2 Begehungen pro Jahr), Entnahme von Moosproben sowie Bodenproben zur Bestimmung der Molluskenvielfalt, Bestimmung der Hauptnutzung (Wald, Siedlungen, Äcker, Wiesen/Weiden, Alpweiden und Gebirgsflächen) sowie des Lebensraumtyps gemäss Delarze et al. (2008).
- «Artenvielfalt in Fließgewässern» (Abb. 3): Regelmässige Stichprobe mit rund 500 Abschnitten von ca. 5–100 m Länge in kleineren Fließgewässern. Erhebung der Vielfalt von Gewässerinsekten (sog. EPT-Artengruppe: Larven von Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen) mit Angabe der Individuendichte (Grössenklassen).

Die Stichprobenflächen lassen sich genau lokalisieren, so dass die Wiederholung einer Aufnahme an exakt demselben Standort möglich ist (Dauerbeobachtungsflächen).

Abb. 1: Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften» für die Erhebung von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern



Quelle: BDM Schweiz

Abb. 2: Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen» für die Erhebung von Gefässpflanzen, Moosen und Mollusken



Quelle: BDM Schweiz

Abb. 3: Messnetz «Artenvielfalt in Fliessgewässern» für die Erhebung von Gewässerinsekten



Quelle: BDM Schweiz

Im Rahmen des BDM wurde eine detaillierte Aufnahme-methodik für die verschiedenen taxonomischen Gruppen und die verschiedenen Skalen der Erfassung (Landschaft vs. Lebensräume) erarbeitet und erprobt. Ausführliche Methoden-anleitungen können unter www.biodiversitymonitoring.ch > Methodik > Methodenbeschreibung heruntergeladen werden.

3.1.4 Aussagemöglichkeiten

Standardmässig werden aus den Daten vier Indikatoren berechnet:

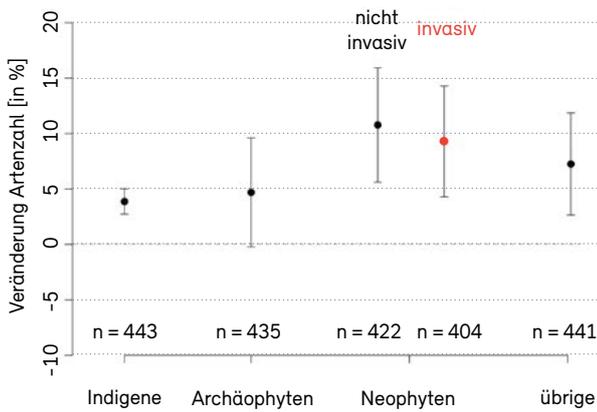
- Der Indikator «Artenvielfalt in Landschaften» zeigt, wie vielfältig Flora und Fauna in der Landschaft sind. Er beschreibt den Einfluss des Lebensraummosaiks auf die Artenvielfalt.
- Der Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen» charakterisiert die kleinräumige Artenvielfalt eines Lebensraumtyps, etwa von Wiesen, Wäldern oder Siedlungen.
- Der Indikator «Bestand häufiger Arten» dokumentiert Veränderungen weit verbreiteter Arten. Diese prägen das Erscheinungsbild ihrer Lebensräume und den Charakter ganzer Landschaften.
- Der Indikator «Vielfalt von Artengemeinschaften» untersucht, ob sich die Lebensräume und Landschaften in der Schweiz immer ähnlicher werden. Er macht somit Angaben zur Heterogenität bzw. Homogenität der Artenvielfalt.

Der BDM-Datensatz gibt beispielsweise Auskunft darüber, wie stark sich Neophyten in der Schweiz ausbreiten. Neophyten machen nur einen geringen Teil der Schweizer Flora aus (im Durchschnitt 3.3% der Arten einer 1-km²-Probefläche), haben aber in den letzten 10 Jahren verhältnismässig stärker zugenommen. Die prozentuale Zunahme der Anzahl Arten pro Probefläche ist mit 11% bei den Neophyten beinahe doppelt so hoch wie bei den indigenen Gefässpflanzen und den Archäophyten, wobei jedoch kein Unterschied zwischen den invasiven Neophyten und allen übrigen Neophyten nachweisbar ist (Abb. 4).

Mit dem Datensatz der Tagfalter-Erhebung des BDM konnte gezeigt werden, dass Tagfalter-Arten, die auf Lebensräume der subalpinen und alpinen Stufe spezialisiert sind, in den letzten 10 Jahren in ihrer Artenzahl abgenommen haben (durchschnittlich um minus 0.4 Artnachweise pro 1-km²-Probefläche, Abb. 5). Hingegen haben Tagfalter-Arten, die typisch für Trockenwiesen und -weiden sind

Abb. 4: Prozentuale Veränderung der Artenzahl pro 1-km²-Probefläche in 10 Jahren

Dargestellt sind indigene Gefässpflanzen, Archäophyten (vor 1500 n. Chr. eingeführte Arten), Neophyten (nach 1500 n. Chr. eingeführte Arten) sowie übrige Gefässpflanzen, jeweils mit Mittelwert und 95%-Vertrauensbereich. n gibt den Stichprobenumfang an.



Quelle: BDM Schweiz

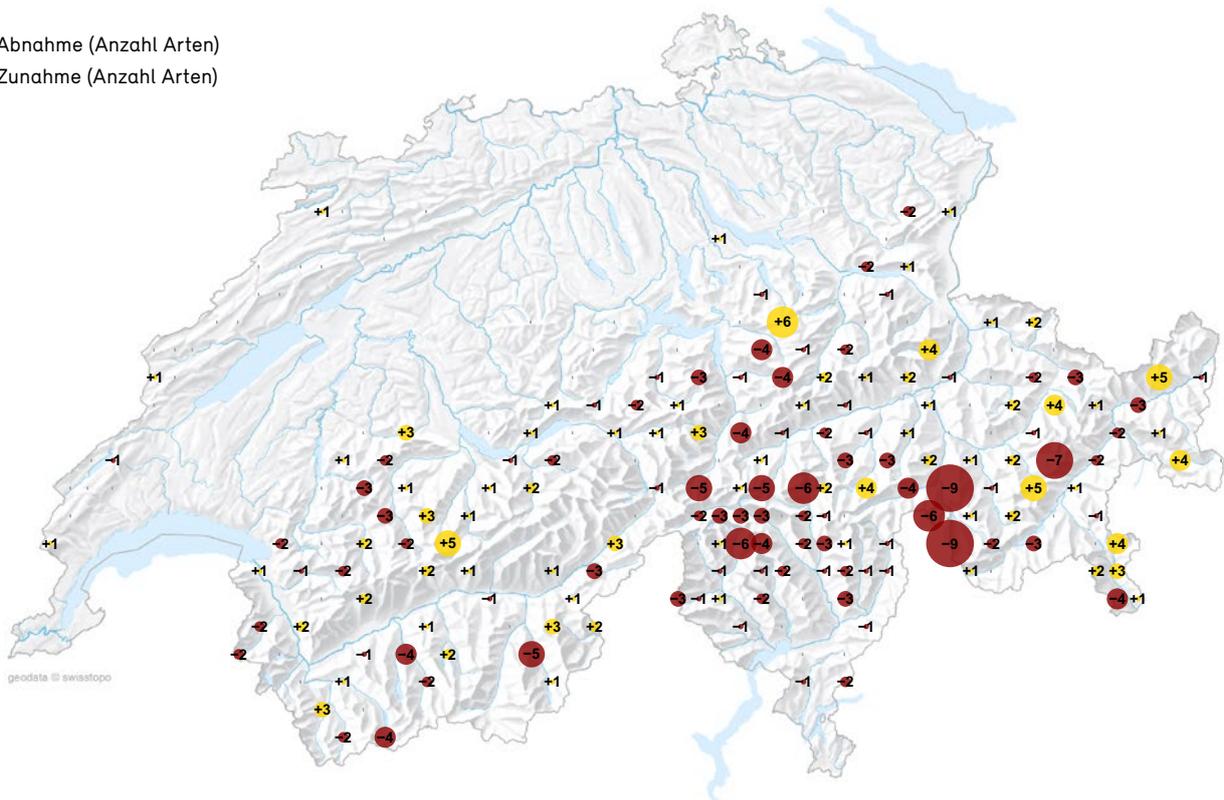
(Trockenwiesen-Kennartenstatus gemäss Fauna Indicativa), im selben Zeitraum leicht zugenommen (durchschnittlich um plus 0.57 Artnachweise pro 1-km²-Probefläche). Im Mittelland hat sich für diese Artengruppe nicht viel verändert. Die geringfügigen Zunahmen gehen auf einzelne Arten wie z.B. *Cupido alcetas* zurück, einer ursprünglich mediterranen Art, die in Ausbreitung ist. Es liegt auf der Hand, die Veränderungen in Artverbreitung in Zusammenhang mit dem Klimawandel zu interpretieren – einer Fragestellung, die erst nach dem Beginn des Monitoring-Programms an Bedeutung gewonnen hat.

Durch das systematische Stichprobendesign und die standardisierte Aufnahmemethodik ergeben sich folgende Vorteile:

- Es werden nicht nur bekannte Hotspots oder Fundorte von Raritäten besucht, sondern zufällig bestimmte Orte, die sonst kaum untersucht würden. Auch häufige und verbreitete Arten werden erhoben, die norma-

Abb. 5: Differenzen in der Anzahl Arten für die Gruppe der subalpinen und alpinen Tagfalter-Arten zwischen der 1. Erhebungsperiode (2003 – 2007) und der 3. Erhebungsperiode (2013 – 2017)

- Abnahme (Anzahl Arten)
- Zunahme (Anzahl Arten)



Quelle: BDM Schweiz

lerweise nicht erfasst werden. Dadurch ergibt sich ein umfassendes Bild zum Zustand der Artenvielfalt in der Schweiz, differenziert nach biogeografischen Regionen, Hauptnutzungstypen oder Höhenstufen.

- Die Daten können dank der rasterbasierten Zufallsstichprobe auch für neue, heute noch unbekannte Fragen verwendet werden (nachträgliche Schichtung der Stichprobe), was für ein Dauerbeobachtungsprojekt entscheidend ist.
- Die Wiederholung der Aufnahmen am exakt gleichen Ort ermöglicht, mit geringem Stichprobenumfang präzise Aussagen zur allgemeinen Veränderung der Artenvielfalt zu machen.
- Es werden möglichst vollständige Artenlisten erstellt, so dass auch das Fehlen von Arten mit grosser Wahrscheinlichkeit erkannt wird (Negativnachweise).

Durch das Stichprobedesign und insbesondere durch die Dichte der Probeflächen (räumliche Auflösung) ergeben sich folgende Einschränkungen:

- Seltene Arten, die nur noch auf Restflächen vorkommen, werden durch das Stichprobenraster nicht oder nur ungenügend erfasst.
- Die Aussagen des BDM sind allgemein und eignen sich daher nicht oder nur bedingt dazu, den Erfolg konkreter Projekte zu überprüfen.

3.1.5 Anknüpfungspunkte für Auswertungen und für kantonale Programme

Mit BDM-Daten lassen sich repräsentative Aussagen zur «Normallandschaft» der Schweiz machen. Für grössere Kantone können generelle Auswertungen gemacht werden (vgl. Kap. 5.1). Besonders gut eignen sich die BDM-Daten als Vergleichswerte für Monitoring-Programme in räumlich begrenzten Gebieten, in denen mit ähnlichem Stichprobedesign und gleicher Aufnahmemethodik, aber engmaschigerem Messnetz gearbeitet wird. Beispielsweise führt der Kanton Thurgau ein kantonales Biodiversitätsmonitoring durch und vergleicht die gewonnenen Daten mit dem gesamtschweizerischen Datensatz (vgl. Kap. 6.2). Für armasuisse Immobilien wird die Artenvielfalt von Gefässpflanzen und Brutvögeln auf militärisch genutzten Arealen erhoben und mit Flächen ausserhalb der Militärareale verglichen (vgl. Kap. 6.3). Methoden und Stichprobedesign erlauben zudem kombinierte Auswertungen mit anderen nationalen Programmen wie der WBS (vgl. Kap.

3.2), dem MHB (vgl. Kap. 3.3) und dem ALL-EMA (vgl. Kap. 4.3.1). Dank einer weitgehenden Harmonisierung bei den Erhebungsmethoden dienen die BDM-Daten dabei als Referenz für die allgemeine Entwicklung in der Schweiz. Die BDM-Daten fliessen zudem in die Datenbanken von InfoSpecies ein (vgl. Kap. 4.2) und stehen somit zusammen mit anderen Daten als eine wichtige Datenquelle für diverse Auswertungen zur Verfügung.

3.2 Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)

3.2.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Langfristige Wirkungskontrolle in den Biotopen von nationaler Bedeutung: Trockenwiesen und -weiden, Auen, Moore (Flachmoore, Hoch- und Übergangsmoore) und Amphibienlaichgebiete. Luftbilddauswertungen, Vegetations- und Amphibienaufnahmen liefern die dazu nötigen Daten.
- Design der Erhebung: Flächendeckende Auswertung der Luftbilder aller knapp 7000 Biotope von nationaler Bedeutung; Vegetations- und Amphibienaufnahmen in einer Stichprobe von rund 900 bzw. 260 Biotopen; Wiederholung der Aufnahmen alle 6 Jahre
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Amphibien in Amphibienlaichgebieten (2011), Gefässpflanzen in Auen, Mooren und Trockenwiesen und -weiden (2012) sowie Moose in Mooren (2012)
- Literatur:
 - Boch S., Ginzler C., Schmidt B. R., Bedolla A., Ecker K., Graf U., Kuchler H., Kuchler M., Holderegger R., Bergamini A. 2018: Wirkt der Schutz von Biotopen? Ein Programm zum Monitoring der Biotope von nationaler Bedeutung in der Schweiz. ANLiegen Natur 40: 39–48.
 - Bergamini A., Ginzler C., Schmidt B. R., Bedolla A., Boch S., Ecker K., Graf U., Kuchler H., Kuchler M., Dosch O., Holderegger R. 2019: Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011–2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz. WSL Berichte Nr. 85.: 104 S.
- Weblink: biotopschutz.wsl.ch
- Trägerschaft/Finanzierung: Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidg. Forschungsanstalt WSL
- Kontakt: Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, aoel@bafu.admin.ch Eidg. Forschungsanstalt WSL, wslinfo@wsl.ch

3.2.2 Ziele des Programms

Das Hauptziel der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS) ist, festzustellen, ob sich die Biotope von nationaler Bedeutung (Trockenwiesen und -weiden, Auen, Moore, Amphibienlaichgebiete) gemäss ihren Schutzziele entwickeln und in ihrer Qualität erhalten bleiben.

Negative Entwicklungen der Biotope auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene sollen frühzeitig erfasst werden um Gegenmassnahmen ergreifen zu können.

3.2.3 Design der Erhebung

Die WBS umfasst drei Module (Fernerkundung, Vegetation, Amphibien) mit jeweils unterschiedlichem Erhebungsdesign. Im Modul Fernerkundung werden die Veränderungen sämtlicher Biotope von nationaler Bedeutung analysiert. Bei den Felderhebungen in den Modulen Vegetation und Amphibien werden Daten auf einer Stichprobe der Biotope von nationaler Bedeutung erhoben.

- **Modul Fernerkundung:** Mittels Luftbildinterpretation werden alle Biotope von nationaler Bedeutung flächendeckend untersucht. Als Grundlage dienen die vom Bundesamt für Landestopografie swisstopo im Rhythmus von sechs Jahren schweizweit erstellten digitalen Luftbilder. Zwischen 2012 und 2017 wurden zusätzlich auch historische Luftbilder aus der Zeit der Inventarisierung der Biotope in den 90er Jahren mit aktuellen Luftbildern verglichen, um Veränderungen der Biotope von nationaler Bedeutung in den letzten Jahrzehnten zu analysieren (Abb. 6). Um das Ausmass der Veränderung zu quantifizieren wird in Mooren, Trockenwiesen und -weiden und Amphibienlaichgebieten sowie in

Abb. 6: Beispiel für eine Luftbilddauswertung

Die Bilder zeigen ein Flachmoor in den Nordalpen. Das historische Schwarzweiss-Luftbild zum ungefähren Zeitpunkt der Inventarisierung wird mit einem aktuellen Farbinfrarot-Luftbild verglichen. Es wird erkennbar, dass in der oberen Hälfte des Flachmoors die Gehölzdeckung stark zugenommen hat.

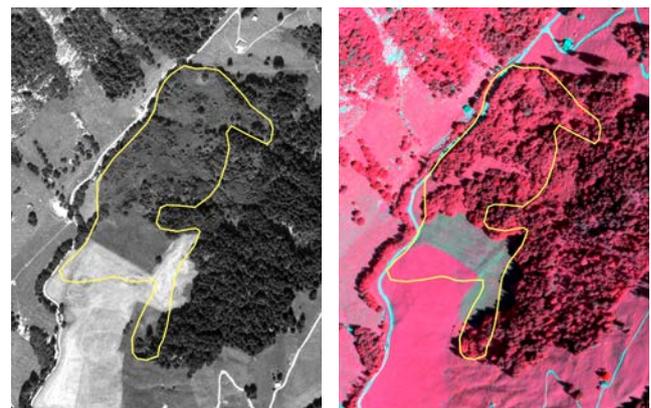
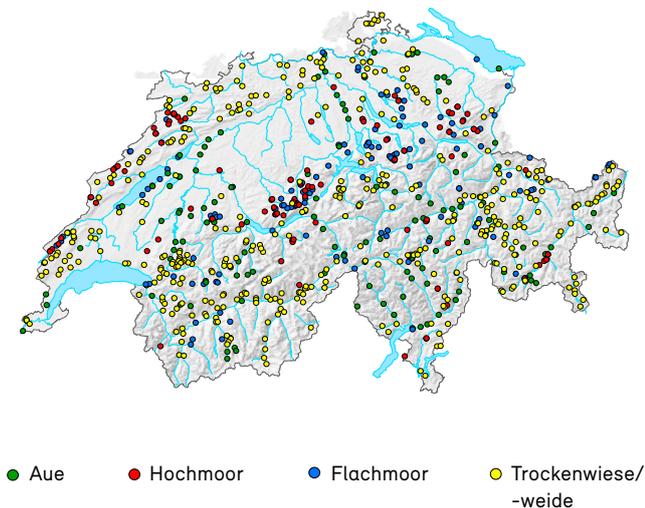


Abb. 7: Räumliche Verteilung der im Modul Vegetation untersuchten Biotop von nationaler Bedeutung



Quelle: WBS

den alpinen Schwemmebenen und Gletschervorfeldern ein Raster mit einer Maschenweite von 50 m × 50 m über die Luftbilder der Biotop gelegt. In den Rasterquadranten wird die prozentuale Bedeckung von Strukturen wie Gehölzen, Offenboden, Wasser sowie das Vorkommen von Bauten und Strassen geschätzt. In den Flussauen, Deltas und Seeauen werden Formationen wie Wasser, Kiesbänke und unterschiedliche Auenwaldtypen direkt auf den Luftbildern abgegrenzt und anschliessend verglichen.

- **Modul Vegetation:** Die Stichprobe im Modul Vegetation umfasst rund 900 Biotop und deckt alle sechs biogeografischen Regionen der Schweiz, unterschiedliche Vegetationstypen, verschiedene Biotopgrössen und Höhenstufen ab (Abb. 7). Innerhalb eines Biotops wurden zwischen vier und 43 jeweils 10 m² grosse Kreisflächen ausgewählt – insgesamt über 7000. Pro Probefläche werden nach derselben Methode wie im BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1.3) alle Gefässpflanzen erfasst und ihre Deckung geschätzt, in Mooren werden zusätzlich die Moosarten erhoben. In Auen werden ausserdem auf einem 200 m² grossen Kreis mit identischem Flächenzentrum zur 10 m²-Probefläche Gehölzarten und deren Deckung aufgenommen.
- **Modul Amphibien:** Von den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung wurde eine Stichprobe von rund 260 Objekten (anteilmässig ortsfeste Laichgebiete wie

Weiherr und Teiche sowie Wanderobjekte (Kiesgruben)) ausgewählt. Dabei wurden Seltenheit und Populationsgrössen der vorkommenden Amphibienarten berücksichtigt. Die ortsfesten Laichgebiete sind über alle biogeografischen Regionen und Höhenstufen der Schweiz verteilt, die Wanderobjekte liegen vor allem im Flachland. Während vier Begehungen im Tiefland bzw. zwei in Hochlagen werden jeweils alle Lebensstadien der vorkommenden Amphibienarten sowie das Vorkommen von Fischen notiert. Methoden der Umwelt-DNS ergänzen die Felddaufnahme, um die Erfassung schwer nachweisbarer Arten zu verbessern (z. B. invasive Wasserfrosch-Arten).

3.2.4 Aussagemöglichkeiten

Die Daten der Fernerkundung ergänzen jene der stichprobenweisen Felddaufnahmen und ermöglichen flächendeckende Aussagen zu jedem einzelnen Biotop von nationaler Bedeutung. Anhand der Luftbildanalysen lassen sich strukturelle Veränderungen sämtlicher Biotop quantifizieren und bewerten. Das Ausmass der Veränderung in den einzelnen Biotop (z. B. Veränderung der Gehölzdeckung; Tab. 2 und Abb. 6) wird mittels eines einfachen Ampelsystems (rot, gelb, grün) dargestellt und dem BAFU sowie den kantonalen Fachstellen in einem online-Früherkennungssystem zur Verfügung gestellt. Dies erleichtert den Kantonen die Prioritätensetzung, indem sie gezielt Massnahmen zum Wiederherstellen der Lebensraumqualität in den Biotop mit negativen Veränderungen einleiten können.

Die Auswertung der Felddaufnahmen zur Vegetation und den Amphibien ermöglicht es, zeitliche Veränderungen der Artenzusammensetzung und des Artenreichtums festzustellen und somit generelle Aussagen über die Veränderung der Lebensräume (z. B. mittels Zeigerwertanalysen; Abb. 8) und des Naturschutzwerts der Biotop von nationaler Bedeutung für die Schweiz und die biogeografischen Regionen zu machen. Die Daten der Felderhebungen erlauben deutlich differenziertere Aussagen als jene der Luftbildanalysen. Aufgrund des Stichprobendesigns ist die kleinste Aussageeinheit aber jeweils nicht das einzelne Biotop, sondern die biogeografische Region.

Tab. 2: Indikatoren, die im Rahmen der WBS berechnet werden
Stand 2019

Modul	Indikator
Fernerkundung	Veränderung des Gehölzanteils (Indikator für Verbuschung)
	Veränderung des Anteils an Offenboden
	Wasserfläche
	Fläche auentypischer Formationen
Vegetation	Vorkommen von Infrastruktur wie Bauten und Strassen
	Veränderungen der Lebensraumbedingungen, ausgedrückt mit mittleren Zeigerwerten (Nährstoff-, Feuchtigkeits-, Licht- und Temperaturzahl sowie Auedynamik)
	Veränderung der Anzahl gefährdeter, prioritärer und spezialisierter Arten und der Neophyten sowie Homogenisierung (Vereinheitlichung) von Artengemeinschaften
Amphibien	Trends von Amphibienvorkommen. Ausgangslage für die Berechnung der Veränderungen sind die dem Inventar der Amphibienlaichgebiete zugehörigen Objektblätter mit ihren Artenlisten
	Veränderungen der Anzahl Amphibienarten, der Arten temporärer Gewässer und stark gefährdeter Arten

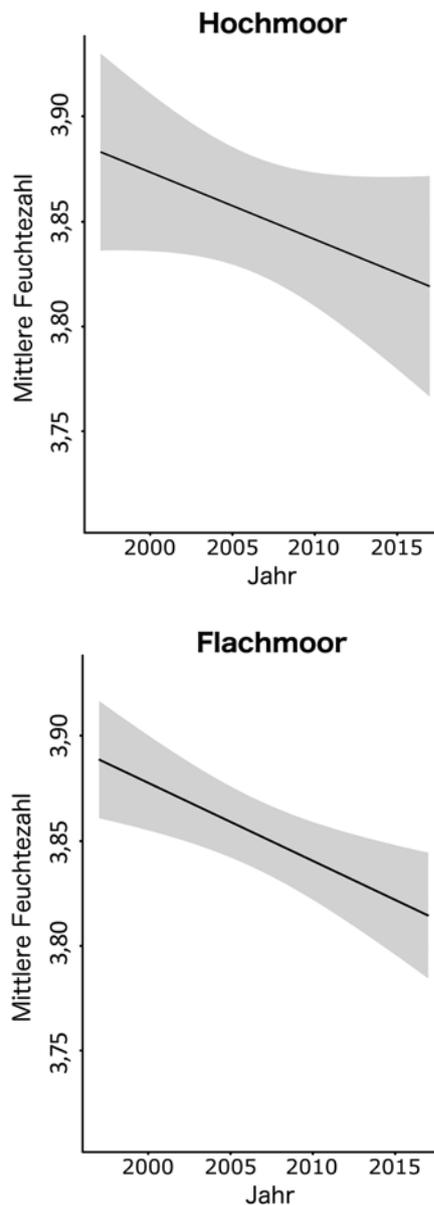
3.2.5 Anknüpfungspunkte für Auswertungen und für kantonale Programme

Das zur Interpretation der Luftbilder verwendete Raster erlaubt eine Verknüpfung der Luftbilddaten mit Daten aus anderen Programmen wie dem Schweizerischen Landesforstinventar (LFI), der Arealstatistik der Schweiz, ALL-EMA (vgl. Kap. 4.3) sowie BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1). Zudem ist die gemeinsame Auswertung der Vegetationsdaten von WBS, BDM und ALL-EMA durch die Verwendung des gleichen Aufnahmeverfahrens möglich. Veränderungen in Schutzgebieten und der «Normallandschaft» der Schweiz können dadurch in umfassender Weise verglichen werden. Ausserdem können die Methoden der WBS, gegebenenfalls mit verdichteter Stichprobe, auch im Rahmen kantonaler Wirkungskontrollen in Schutzgebieten angewendet werden.

Die erhobenen Felddaten zu Vegetation und Amphibien fliessen in die Datenbanken von InfoSpecies ein und können für weitere nationale, kantonale oder regionale Auswertungen und Projekte genutzt werden (vgl. Kap. 4.2).

Abb. 8: Zeigerwertanalyse zur Untersuchung der Entwicklung in Lebensräumen

Veränderungen der mittleren Feuchtezahl in Hochmooren (links) und Flachmooren (rechts) über die ganze Schweiz. Die dargestellten Trends sind statistisch signifikant. Die grauen Bereiche geben den 95 %-Vertrauensbereich an.



Quelle: WBS

3.3 Monitoring Häufige Brutvögel (MHB)

3.3.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung (Veränderung über die Zeit) der Bestände und der Artenvielfalt der Brutvögel in der Schweiz mit Fokus auf die «Normallandschaft»
- Design der Erhebung: regelmässiges Stichprobennetz mit 267 über die ganze Schweiz verteilten Probeflächen von je 1 km², quantitative Erhebungen jedes Jahr
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (1999)
- Literatur:
 - Schmid H., Zbinden N., Keller V. 2004: Überwachung der Bestandsentwicklung häufiger Brutvögel in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
 - Knaus P. et al. 2019: Zustand der Vogelwelt in der Schweiz. Bericht 2019. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Weblink: www.vogelwarte.ch > Projekte > Monitoring > Monitoring Häufige Brutvogelarten
- Trägerschaft/Finanzierung: Schweizerische Vogelwarte Sempach, BAFU (Teil BDM)
- Kontakt: Schweizerische Vogelwarte Sempach, MHB@vogelwarte.ch

3.3.2 Ziele des Programms

Das Monitoring Häufige Brutvögel (MHB) bezweckt, langfristige Bestandstrends der häufigen und verbreiteten Brutvogelarten in der Schweiz aufzuzeigen. Daneben sollen kurzfristige Schwankungen und Veränderungen in Verbreitung, Artenzusammensetzung und Bestand dokumentiert werden. Dank dem quantitativen Ansatz lassen sich für jede 1-km²-Probefläche und jedes Jahr Aussagen zur Zahl der besetzten Reviere machen.

3.3.3 Design der Erhebung

Das MHB umfasst die jährliche Brutvogelerhebung auf 267 Probeflächen von je 1 km² (Abb. 9). 207 Flächen sind identisch mit denjenigen des BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1). Folgende zwei Ansprüche führten dazu, dass die restlichen 1-km²-Probeflächen zur Verminderung topografischer Schwierigkeiten gegenüber dem BDM-Messnetz leicht verschoben wurden: a) die Erhebungen werden jedes Jahr durchgeführt und erfolgen zum weitaus grössten Teil durch Freiwillige, b) eine einzelne 1-km²-Probe-

flächen soll möglichst vollständig erfasst werden, damit die Erhebungen quantitativ vergleichbar sind.

Die Methode ist eine vereinfachte Revierkartierung und ist bei allen Brutvogelerhebungen (Schmid et al. 2004), die auf der 1-km²-Probefläche erfolgen, identisch, also auch für den Brutvogelatlas (Knaus et al. 2018), das BDM Schweiz (Kap. 3.1) sowie die daran anlehenden Programme LANAG im Aargau (seit 2018; Kap. 6.1), BDM Thurgau (Kap. 6.2) und BDM auf Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen des Bundes (Kap. 6.3).

- Die 267 1-km²-Probeflächen werden ab Mitte April dreimal (in der alpinen Stufe nur zweimal) entlang einer vorgegebenen Route (4–6 km) begangen und dabei werden alle Kontakte mit Brutvögeln kartografisch festgehalten. Die Art des Kontaktes wird protokolliert (z. B. «singend»). Die pro Quadrat aufgewendete Zeitdauer soll jedes Jahr etwa gleich lang bleiben. Ob eine Vogelart für die Erhebung zählt, wird u. a. über ein artspezifisch vorgegebenes Stichdatum entschieden.
- Die Auswertung geschieht über die Internetapplikation Terrimap online. Die Karten aus dem Feld werden an die Vogelwarte gesandt und dort eingescannt. Die Kartierer digitalisieren alle Nachweise und scheidern in der Folge die nachgewiesenen Reviere aus.
- An der Vogelwarte erfolgt eine Überprüfung der Kartiererergebnisse und jeder Kartierer erhält eine individuelle Rückmeldung.

Nebst den Brutvögeln werden auch Eichhörnchen erhoben. Damit lassen sich schweizweite Aussagen zur Bestandentwicklung dieser Säugetierart machen. Ab 2019 werden in Zusammenarbeit mit info fauna karch auch Alpensalamander erfasst.

3.3.4 Aussagemöglichkeiten

Standardmässig werden aus den Daten folgende Indices berechnet:

- Brutbestandsindices für 75 Brutvogelarten (Stand 2018). Die Berechnung erfolgt mit dem Programm TRIM, einer von Statistics Netherlands entwickelten Software (Pannekoek 2001, Soldaat et al. 2017). Sie zeigt die Veränderungen gegenüber dem Vorjahr (allenfalls Interpolation fehlender Werte) und macht Aussagen zur statistischen Signifikanz längerfristiger Trends. Die Brutbestandsindices sind auf der Website der Vogelwarte abrufbar unter www.vogelwarte.ch > Projekte > Entwicklung > Brutbestandsindex.
- Swiss Bird Index (SBI®). Berechnung basierend auf den Indices der 75 Brutvogelarten zusammen mit Daten zu den restlichen regelmässigen Brutvogelarten (total 174 Arten, Stand 2018). Der SBI® besteht aus einem Gesamtindex und verschiedene Teilindices (z. B. pro Hauptnutzung). Die SBI®-Indices finden insbesondere in verschiedenen Berichten der Bundesämter BFS, BAFU und BLW Verwendung.
- Die artweisen Brutbestandsindices aus dem MHB werden dem Pan-European Common Bird Monitoring Scheme (pecbms.info/) übermittelt, wo sie für die europaweiten Indices verwendet werden.

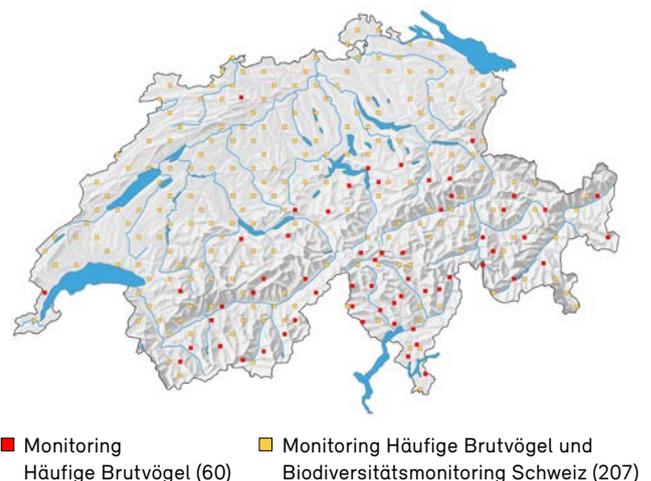
Weitere Monitoringprojekte

Weitere Monitoringprojekte, die von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach organisiert werden (s. auch www.vogelwarte.ch > Projekte > Monitoring):

- Monitoring Brutvögel in Feuchtgebieten: Erhebung von Brutvögeln in rund 100 Feuchtgebieten, an Gewässern und in Moorlandschaften der Schweiz, in Zusammenarbeit mit Partnerorganisationen, z. B. mit dem Zürcher Vogelschutz (vgl. Kap. 6.5 Avimonitoring Kanton Zürich) und der Ala (Schweizerische Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz)
- Monitoring Ausgewählte Arten: Erfassung von Brutbestandstrends für rund 40 seltene Arten sowie Koloniebrüter.
- Monitoring überwinterte Wasservögel: Seit 1967 werden alljährlich Mitte November und Mitte Januar die Wasservögel auf allen grösseren Gewässern der Schweiz gezählt.

Sowohl die Brutbestandsindices wie auch die SBI®-Indices werden jährlich aktualisiert und im Zustandsbericht online publiziert (www.vogelwarte.ch/zustand). Mit den Daten aus dem MHB können ausserdem Bestands-trends für einzelne Arten in bestimmten biogeografischen Regionen oder getrennt nach Höhenstufen relativ einfach berechnet werden. Diese werden fallweise für spezifische Auskünfte verwendet.

Abb. 9: Das MHB-Messnetz mit den jährlich erfassten 267 1-km²-Probeflächen



Quelle: Schweiz, Vogelwarte Sempach

Der MHB-Datensatz gestattet Aussagen zu Artenvielfalt und Brutbeständen in der «Normallandschaft» der Schweiz. Er zeigt beispielsweise für etliche Langstreckenzieher-Arten oder für Bodenbrüter deutliche längerfristige Rückgänge auf. Ein Beispiel ist der Baumpieper, der rasch auf eine intensivierete Nutzung der Wiesen reagiert. Aus dem Mittelland ist diese Art bereits fast völlig verdrängt worden. Die gesamtschweizerisch negative Tendenz geht weiter. Während sich die Art in den Alpen noch halten kann, nimmt sie am Alpennordrand und vor allem im Jura deutlich ab (Abb. 10). Gleichzeitig kann mit den MHB-Daten dokumentiert werden, dass sich die Mehrheit der Waldarten positiv entwickelt. Auch die meisten Kurzstreckenzieher und Standvögel können ihre Bestände halten. Harte Winter führen aber u. a. bei Bewohnern inneralpiner Gebiete bzw. höherer Lagen, besonders bei kurzlebigen Singvögeln, zu markanten Rückgängen, die

z. T. in wenigen Jahren wieder kompensiert werden können. Wärmeliebende Arten zeigen langfristige Zunahmen.

Durch das systematische Stichprobendesign und die standardisierte Aufnahmemethodik ergeben sich folgende – zusätzlich zu den für das BDM Schweiz (Kap 3.1) genannten – Vorteile:

- Es wird nicht nur die Präsenz bzw. Absenz der Vogelarten erfasst, sondern auch ihre Revierdichten. Neben Veränderungen im Vorkommen können damit auch Veränderungen in der Abundanz von einzelnen Arten festgestellt werden.
- Die Daten werden jährlich erfasst, so dass sich auch kurzfristige Schwankungen nachweisen und von langfristigen Veränderungen unterscheiden lassen.
- Die MHB-Daten eignen sich für die Entwicklung von innovativen statistischen Methoden. Insbesondere Marc Kéry und Andy Royle haben eine ganze Reihe von Publikationen verfasst, die teilweise oder ganz auf den Daten des MHB basieren (u. a. Kéry et al. 2005, Kéry & Royle 2008, Kéry & Royle 2016). Dank diesen Analysen konnten wegweisende Erkenntnisse z. B. zur Berücksichtigung der Entdeckungswahrscheinlichkeit bei der Berechnung von Artvorkommen gewonnen werden.

Durch das Stichprobendesign und insbesondere durch die Dichte der Probeflächen (räumliche Auflösung) ergeben sich folgende Einschränkungen:

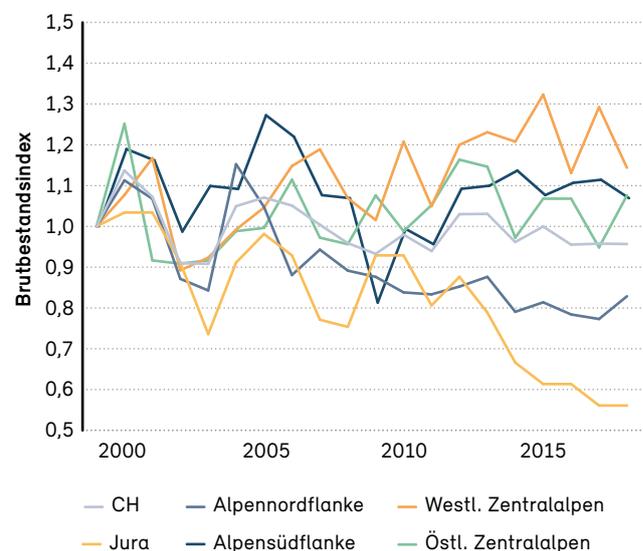
- Für eher seltene Arten, die auf weniger als 30 Probeflächen vorkommen, lassen sich keine verlässlichen Bestandstrends berechnen.
- Nachtaktive Vogelarten bleiben in der Regel unberücksichtigt.
- Für Arten wie Greifvögel, die sehr grosse Reviere haben, oder wie Mauersegler, die methodisch schwierig zu erfassen sind, ist die Aussagekraft zur Bestandentwicklung beschränkt.

3.3.5 Anknüpfungspunkte für Auswertungen und für kantonale Programme

Mit MHB-Daten lassen sich Trends zu den häufigen und verbreiteten Brutvogelarten in der «Normallandschaft» der Schweiz berechnen. Ein Herunterbrechen dieser Indizes auf grössere Kantone ist nur sehr beschränkt möglich, da die Stichprobengrösse rasch unter einen kritischen Wert fällt, weil ausser den sehr häufigen Arten viele Brut-

vögel nur in einem Bruchteil der doch sehr unterschiedlich gearteten 1-km²-Probeflächen eines Kantons zu finden sind. Mit einer Verdichtung des Messnetzes kann diesem Umstand entgegengewirkt werden (vgl. LANAG im Aargau (Kap. 6.1) und BDM Thurgau (Kap. 6.2)).

Abb. 10: Die Baumpieperbestände in fünf verschiedenen biogeografischen Regionen der Schweiz. Ursprünglich kam die Art auch im Mittelland vor – von dort gibt es nun aber im MHB keine Nachweise mehr



Quelle: Schweiz. Vogelwarte Sempach

3.4 Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten

3.4.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung (Veränderung über die Zeit) der Waldentwicklung in Naturwaldreservaten der Schweiz mit dem Ziel, dem Bund Grundlagen zur Wirkungskontrolle seiner Waldreservatspolitik zu liefern und zum Verständnis einer vom Menschen unbeeinflussten Waldentwicklung beizutragen.
- Design der Erhebung: Untersuchung in derzeit 49 Naturwaldreservaten mit einer Kombination von Erhebungen auf rund 95 ha Kernflächen von 0.1 bis 3.3 ha Grösse und Stichprobeninventuren auf ca. 1700 Probeflächen im Turnus von 5 – 10 Jahren je nach Waldtyp
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Gehölzarten. Älteste Daten aus den Jahren 1956 – 1982, ab 2006 neu lanciert, seit 2017 Teil der Umweltbeobachtung des Bundes
- Literatur:
 - Brang P., Commarmot B., Rohrer L., Bugmann H. 2008: Monitoringkonzept für Naturwaldreservate in der Schweiz. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Zürich, ETH Zürich, Professur für Waldökologie. 58 S.
 - Brang P., Heiri C., Bugmann H. (Red.) 2011: Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz. Bern, Haupt. 272 S.
- Weblink: www.waldreservate.ch
- Trägerschaft/Finanzierung: Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidg. Forschungsanstalt WSL und Professur für Waldökologie im Departement Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich
- Kontakt: Eidg. Forschungsanstalt WSL, waldreservate@wsl.ch

3.4.2 Ziele des Programms

Naturwaldreservate sind Waldflächen, welche langfristig vertraglich geschützt und mit einem Nutzungsverbot belegt sind. Sie sollen über Jahrzehnte wieder Urwäldern ähnlich werden. Das Ziel des Bundes und der Kantone ist es, bis 2030 rund 5 % der Waldfläche der Schweiz als Naturwaldreservate unter Schutz zu stellen. Die Wirkung der Reservatspolitik soll wissenschaftlich belegt werden: Wie entwickelt sich der Wald in Naturwaldreservaten? Wie unterscheiden sich die unbewirtschafteten Wälder von

den bewirtschafteten? Seit 2006 untersucht die WSL dies in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich im Rahmen des Projekts «Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten». Dazu wurde die Wirkungskontrolle mit einem überarbeiteten, aber mit den früheren Datenerhebungen kompatiblen Konzept neu lanciert. Eine wichtige Rolle dabei spielen die ETH-Reservate, in welchen bereits seit 1956 Inventuren gemacht werden.

3.4.3 Design der Erhebung

Die Wirkungskontrolle in Naturwaldreservaten erfolgt in zwei Intensitäten mit unterschiedlichem Bearbeitungsaufwand pro Reservat (Abb. 11):

- Intensivuntersuchung, ermöglicht repräsentative Aussagen zur Entwicklung eines einzelnen Waldreservats.
- Extensivuntersuchung in zusätzlichen Naturwaldreservaten, um die Resultate aus den Fallstudien der Intensivuntersuchung zu verallgemeinern. Daten aus standörtlich ähnlichen Reservaten mit Intensiv- und Extensivuntersuchung werden verglichen, repräsentative Aussagen zu einzelnen Reservaten sind jedoch aufgrund der geringen Probeflächenzahl nicht möglich.

Für jedes Naturwaldreservat existiert eine Grunddokumentation mit Informationen zu Standort, Geologie, Klima und teilweise auch der Waldgeschichte. Im Rahmen einer Ereignisdokumentation werden auch bemerkenswerte Ereignisse (z. B. Stürme oder Dürren) festgehalten. Für die Erhebungen kommt je nach Fläche des Reservats eine andere Kombination von Methoden zum Einsatz (Abb. 12):

- Kernflächen: Je nach Fläche und Homogenität eines Reservates werden auf bis zu 29 Kernflächen alle Bäume mit Brusthöhendurchmesser über der Kluppschwelle von üblicherweise 4 cm permanent mit einer Nummer gekennzeichnet und folgende Merkmale erfasst: Brusthöhendurchmesser, Baumart, Baumzustand (lebend oder tot stehend), Schichtzugehörigkeit, Vitalität und dynamische Tendenz. Zusätzlich erhoben werden Mikrohabitate wie Kronentotholz, Stammbruch, Risse, Spalten und Löcher am Stamm, Konsolenpilze und Wurzelteller. Bei einem Teil der Bäume werden auch die Baumhöhe und die Kronenlänge gemessen. Die Auswahl der Kernflächen erfolgt in Abhängigkeit der Reservatsgrösse, mit dem Ziel, im Kernflächennetz jene Vegetationseinheiten und Baumarten repräsentiert zu

haben, die in der Schweiz häufig sind oder für welche die Schweiz eine besondere Verantwortung trägt.

- Stichprobeninventuren: In Reservaten mit einer Fläche von über 30 ha werden Stichprobeninventuren mit mindestens 30 Probeflächen pro Aussageeinheit durchgeführt. Die Methode orientiert sich dabei stark am dritten Landesforstinventar (LFI3) mit in einem systematischen Gitternetz angeordneten permanenten Probekreisen von 500 m² Grösse. Von den darauf stehenden Bäumen werden Position, Brusthöhendurchmesser, Baumart, Vitalität und Mikrohabitate erfasst. Zudem werden auf kleineren Probekreisen Daten zur Verjüngung sowie entlang von Linientransekten das liegende Totholz erhoben.
- Vollkluppierungen: In Reservaten mit einer Fläche von weniger als 30 ha werden auf unterschiedlichen Teilflächen Brusthöhendurchmesser, Baumart, Baumzustand und Mikrohabitate aller Bäume erhoben. Die Bäume werden aber nicht individuell markiert.

In allen Naturwaldreservaten werden Fotoserien erstellt zur Veranschaulichung der Zustände und Entwicklungen in der Waldstruktur sowie zur Dokumentation.

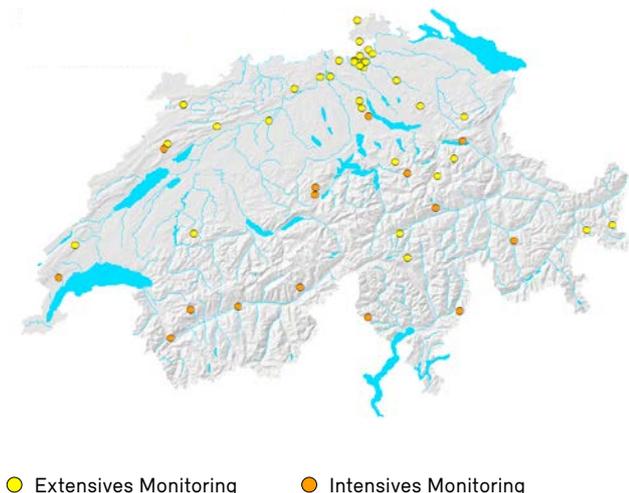
Das Programm wird seit 2017 mit einem Zusatzprojekt zur Wirkungskontrolle für holzbesiedelnde Käfer und Pilze in

Naturwaldreservaten ergänzt, durchgeführt von der WSL und der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL.

3.4.4 Aussagemöglichkeiten

Die Langzeiterhebung erlaubt Aussagen zu Zustand und Entwicklung von Waldstrukturen, Baumverjüngung, Mikrohabitaten und Totholz in Naturwaldreservaten für verbreitete Waldtypen der Schweiz. Damit kann der Wert der Naturwaldreservate als Lebensraum für Organismen und die Naturnähe im Vergleich zu bewirtschafteten Wäldern beurteilt werden. Der Fokus der Analysen liegt auf den zentralen Prozessen der Waldentwicklung: Wachstum, Absterben und Verjüngung der Bäume sowie Entstehung und Zersetzung von Totholz. Zusätzlich sind Aussagen möglich zur Häufigkeit und Verteilung von Mikrohabitaten, welche für die Artenvielfalt wichtig sind. Periodische Zustandserfassungen erlauben es, Veränderungen zu erkennen und deren Geschwindigkeit abzuschätzen. Die teils in die 1960er Jahre zurückreichenden Zeitreihen sind auch Grundlage, um die Waldentwicklung und Totholzdynamik zu modellieren und daraus ein verbessertes Verständnis der Entwicklung der Naturwaldreservate von bewirtschafteten Wäldern hin zu urwaldähnlichen Wäldern zu gewinnen.

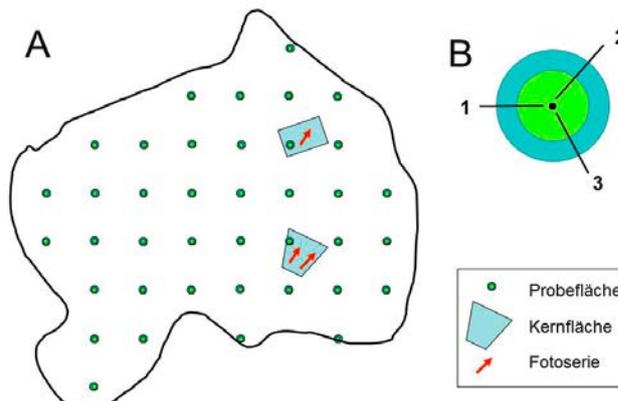
Abb. 11: Stichprobe des Projektes «Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten»



Quelle: WSL

Abb. 12: Methoden bei den Erhebungen in Naturwaldreservaten

A: Übersicht über das ganze Reservat mit Stichprobeninventur auf Probeflächen sowie Aufnahmen und Fotoserien auf den Kernflächen.
 B: Beispiel einer Probefläche mit zwei Stichprobenkreisen und Linientransekten für die Totholzaufnahme



Quelle: WSL

Die Kombination von intensiver und extensiver Untersuchung mit Hilfe der oben beschriebenen Methoden erlaubt repräsentative Aussagen auf verschiedenen räumlichen Skalen (z. B. einzelnes Reservat, Waldtyp). Dank kompatibler Methoden sind auch Vergleiche mit Urwäldern im Ausland möglich.

Die Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten fokussiert auf die häufigsten Waldtypen der Schweiz. Naturwaldreservate in den übrigen Waldtypen lassen sich nur schwer integrieren, da die Standorte sehr vielfältig und viele Waldreservate relativ klein sind. Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind Aussagen zur langfristigen Entwicklung von Mikrohabitaten, liegendem Totholz und der Baumverjüngung noch kaum möglich, da diese Variablen erst seit 2006 systematisch erhoben werden.

3.4.5 Anknüpfungspunkte für Auswertungen und für kantonale Programme

Die Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten liefert Referenzwerte für Waldstrukturen, Baumverjüngung, Mikrohabitate und Totholz in unbewirtschafteten Wäldern der Schweiz. Diese Referenzwerte können dazu genutzt werden, um die Resultate aus kantonalen Wirkungskontrollen in Naturwaldreservaten in einen grösseren Zusammenhang zu stellen, allerdings ist die Auflösung auf Grossregionen beschränkt. In den Kantonen bestehen unterschiedliche Ansätze zur Wirkungskontrolle in Naturwaldreservaten und es wird keine einheitliche Aufnahmemethodik angewendet. Das hier beschriebene nationale Programm kann den Kantonen Unterstützung bieten bei der Durchführung zusätzlicher Inventuren, welche auf die kantonalen Bedürfnisse abgestimmt sind, aber dank einer harmonisierten Methodik generelle Aussagen erlauben.

4 Daten aus anderen nationalen Programmen

Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM), die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS), das Monitoring Häufige Brutvögel (MHB) und die Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten haben explizit zum Ziel, den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz systematisch zu untersuchen. Daneben gibt es weitere nationale Programme, die diese Daten einerseits gezielt ergänzen und andererseits wichtige Hintergrundinformationen liefern, die für verschiedene Analysen genutzt werden können.

Artverbreitungsdaten und -informationen werden in der Schweiz dezentral in verschiedenen Datenzentren, die auf bestimmte taxonomische Gruppen spezialisiert sind, gesammelt und analysiert. Diese Daten- und Informationszentren und die Koordinationsstellen für Artenförderung sind zusammen unter dem Dach von InfoSpecies organisiert (Info-Box «InfoSpecies»). Nebst der Datenverwaltung und dem Sicherstellen des Datenflusses haben sie auch die Aufgabe, Rote Listen zu erstellen bzw. bestehende zu aktualisieren (Kap. 4.1). Dabei werden alle verfügbaren Daten zur Verbreitung von Arten einer bestimmten taxonomischen Gruppe zusammengestellt, ergänzt und ausgewertet. Die Verbreitungsdaten und art-spezifischen Informationen stehen auf unterschiedlichen Ebenen für vielfältige Anwendungen zur Verfügung (Kap. 4.2): Den kantonalen Fachstellen und Pärken über das Virtuelle Datenzentrum VDC, den privaten Umweltberatungsfirmen, Stakeholdern, Exponenten der Wissenschaft und NGOs über den Datenanfrageservice von InfoSpecies und der Öffentlichkeit über die Kartenserver auf den Websites der Daten- und Informationszentren. Über die open access-Infrastruktur «Global Biodiversity Information Facility Switzerland» beteiligt sich InfoSpecies auch am internationalen Austausch von Biodiversitätsdaten (Info-Box «GBIF – Die staatsübergreifende Infrastruktur zum Informationsaustausch über die Biodiversität»).

InfoSpecies

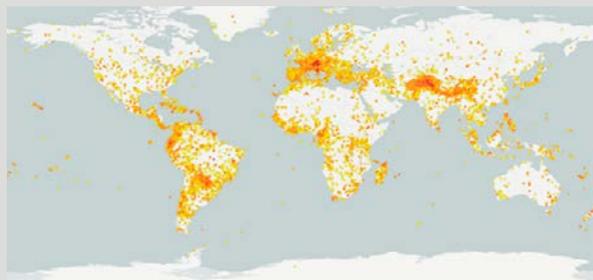
InfoSpecies ist die Dachorganisation der nationalen Daten- und Informationszentren und der Koordinationsstellen für Artenförderung. Zu InfoSpecies (www.infospecies.ch) gehören:

- Info Flora – Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora
www.infoflora.ch
- Swissbryophytes – Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Moose
www.swissbryophytes.ch
- SwissFungi – Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Pilze
www.swissfungi.ch
- SwissLichens – Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flechten
www.swisslichens.ch
- Schweizerische Vogelwarte Sempach
www.vogelwarte.ch
- Programm Artenförderung Vögel Schweiz
www.artenfoerderung-voegel.ch und
www.birdlife.ch
- info fauna karch – Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz
www.karch.ch
- info fauna CSCF – Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna
www.cscf.ch
- KOF/CCO Schweizerische Koordinationsstellen für Fledermausschutz Ost und West
www.fledermausschutz.ch und www.ville-ge/mhng/cco/
- Datenzentrum Natur und Landschaft (DNL)
www.wsl.ch/de/projekte/datenzentrum-natur-und-landschaft.html

GBIF – Die staatsübergreifende Infrastruktur zum Informationsaustausch über die Biodiversität

Die GBIF ist eine Einrichtung zum Austausch von Informationen zur biologischen Vielfalt, die von einer Vielzahl von Staaten ins Leben gerufen wurde. Ziel der GBIF ist die Schaffung eines webbasierten, uneingeschränkten Zugangs auf weltweite Biodiversitätsdaten. Derzeit bietet die GBIF Zugriff auf mehr als eine Milliarde Datensätze. GBIF ist Mitglied im Konsortium der wissenschaftlichen Partner des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) und trägt damit direkt zur Erreichung der strategischen Ziele der Konvention bei. Der von GBIF International anerkannte Netzwerkknoten Schweiz (<http://gbif.ch/>) ist seit 2006 in Betrieb. Er erfüllt die Verpflichtungen der Schweiz und sorgt für die Integration der Schweizer Daten in das internationale Netzwerk. GBIF.ch umfasst 35 Partnerinstitutionen, darunter InfoSpecies sowie die wichtigsten Institutionen mit naturhistorischen Sammlungen (Museen, Botanische Gärten, Universitäten etc.). Zusammen haben ihre Datensammlungen einen vergleichbaren Wert wie die grössten Museumsinstitutionen der Welt.

Geografische Verteilung der mehr als zwei Millionen von GBIF.ch zur Verfügung gestellten Daten



(Quelle GBIF 2019)

4.1 Rote Listen

4.1.1 Ziele und Bedeutung von Roten Listen

Die Schweiz hat sich im Rahmen der Biodiversitätskonvention verpflichtet, den Zustand gefährdeter Arten zu dokumentieren. Die nationalen Daten- und Informationszentren und die Koordinationsstellen für Artenförderung erstellen deshalb im Auftrag des BAFU Rote Listen und revidieren diese wenn möglich alle 10 Jahre (Download der

aktuellen Roten Listen unter www.bafu.admin.ch > Themen > Thema Biodiversität > Daten, Indikatoren und Karten > Monitoringprogramme > Rote Listen).

Seit 2000 gelten die internationalen Kriterien und Kategorien der International Union for Conservation of Nature (IUCN) als Evaluations- und Kommunikationsstandard. Die IUCN-Kriterien beruhen auf einer Kombination von Faktoren, welche die Aussterbewahrscheinlichkeit der Arten abschätzen, beispielsweise Angaben zur effektiv besiedelten Fläche, zur Grösse und zum Isolationsgrad der Artvorkommen sowie zu Bestandsveränderungen. Die Abschätzung des Gefährdungsgrades erfolgt somit vermehrt basierend auf einer quantitativen Datengrundlage, im Gegensatz zu älteren Roten Listen, die mittels Expertenmeinungen erstellt wurden.

Rote Listen dienen auch der Herleitung der Liste der Nationalen Prioritären Arten (NPA) und der Liste der Nationalen Prioritären Lebensräume (NPL). Die nationale Priorität beruht auf Angaben des Gefährdungszustandes sowie dem Grad der Verantwortung, den die Schweiz für die Erhaltung der Populationen einer Art aus internationaler Sicht trägt.

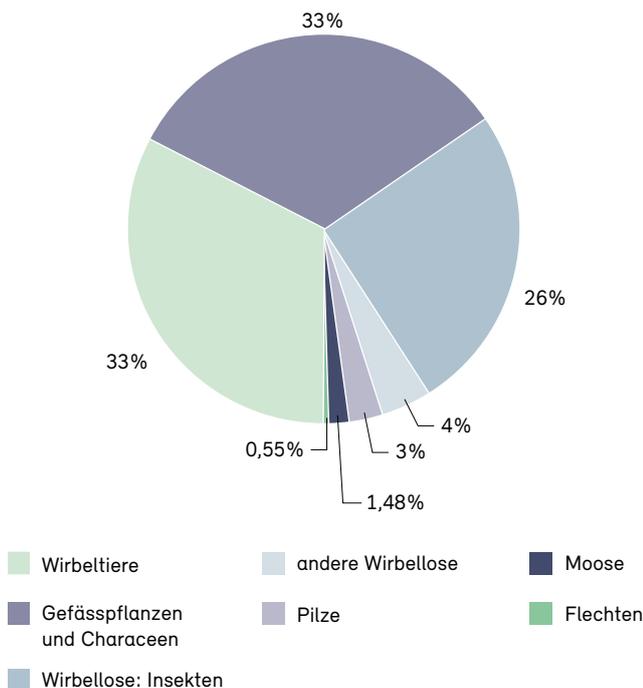
Zurzeit verfügt die Schweiz über 21 Rote Listen zu 27 Taxa und über eine Rote Liste der gefährdeten Lebensräume. 32 % aller in der Schweiz vorkommenden wildlebenden einheimischen Arten sind gemäss den IUCN-Kriterien gefährdet (VU, EN, CR), 11 % sind potenziell gefährdet (NT) und 3 % sind ausgestorben (RE, EW, EX). Von den beurteilten 167 Lebensraumtypen der Schweiz sind 48 % gefährdet und 13 % potenziell gefährdet (Stand 2019).

4.1.2 Datengrundlagen für die Erarbeitung von Roten Listen

Bis heute wurde nur knapp ein Viertel der bekannten Artenvielfalt der Schweiz im Rahmen von Rote-Liste-Projekten erfasst. Die Roten Listen basieren auf Funddaten, wobei die bestehenden Datengrundlagen durch gezielte Feldkampagnen ergänzt werden. Die Datengrundlagen sind für die verschiedenen taxonomischen Gruppen sehr unterschiedlich. Ein Vergleich der Funddaten, die in den nationalen Daten- und Informationszentren verfügbar sind, mit der Anzahl Arten pro taxonomische Gruppe zeigt, dass sehr gute Grundlagen für Wirbeltiere und Gefässpflanzen

Abb. 13: Anzahl Einträge in den nationalen Daten- und Informationszentren.

Rund 22 Millionen Einträge sind erfasst (Stand März 2019).



Quelle: InfoSpecies

vorhanden sind, während für die artenreichsten Gruppen (Wirbellose und Pilze), aber auch für Flechten und Moose grosse Datenlücken bestehen (Abb. 13). Hauptgründe dafür sind grosse Artenzahlen, fehlende Expert/-innen und aufwändige Erhebungs- und Bestimmungsmethoden. Zudem sind bei Gruppen, die nicht in den anderen nationalen Programmen zu Monitoring und Wirkungskontrolle (BDM, WBS und MHB, vgl. Kap. 3, bzw. ALL-EMA, vgl. Kap. 4.3.1) erfasst werden, die Datengrundlagen zu Beginn eines Rote-Liste-Projektes sogar für weit verbreitete Arten ungenügend. Dies verdeutlicht, wie wichtig Datenerhebungen und Fundmeldungen aus Kantonen selbst für häufige Arten sind.

4.2 InfoSpecies: Datenmanagement und -fluss

4.2.1 Datenbestand bei den nationalen Daten- und Informationszentren

Die nationalen Daten- und Informationszentren verwalten die Fundmeldungen und Informationen zu Arten. Je nach taxonomischer Gruppe und geografischer Region liegen

unterschiedlich viele Fundmeldungen vor (Tab. 3). Diese stammen einerseits aus den Felderhebungen der nationalen Programme zu Monitoring und Wirkungskontrolle (BDM, WBS und MHB, vgl. Kap. 3, bzw. ALL-EMA vgl. Kap. 4.3.1), aus den Feldkampagnen der Roten Listen, aus verschiedenen Programmen der kantonalen Verwaltungen in den Bereichen Jagd, Fischerei, Wald, Naturschutz, Gewässerschutz u. a., aus wissenschaftlichen Untersuchungen sowie von privaten Meldungen von zahlreichen freiwilligen Mitarbeitenden. Sie werden durch Daten aus Sammlungen von Museen im In- und Ausland ergänzt.

In der Schweiz besteht eine grosse Tradition von ehrenamtlicher Mitarbeit in Natur- und Artenschutzprojekten. Im Durchschnitt stammt mehr als die Hälfte aller Beobachtungen und Fundmeldungen von InfoSpecies aus privaten Quellen. Für einzelne Organismengruppen gehen über 70 % des Datenbestandes auf private Beiträge zurück (Pilze, einzelne Wirbellosengruppen, Amphibien, Reptilien und Brutvögel).

Die Fundmeldungen werden in den nationalen Daten- und Informationszentren geprüft und validiert. Die Anwendung von taxonomischen Standards garantiert eine aktuelle, einheitliche und eindeutige Namensgebung. Zu jeder Meldung wird zudem die Genauigkeit der Fundortangabe erfasst. Diese kann je nach Werkzeug (GPS, Karte, usw.) und Aufnahmemethode (Kartierung auf einer bestimmten Fläche, Zufallsbeobachtung, etc.) stark variieren.

4.2.2 Datenbezug und -nutzung

Für die Weitergabe der Daten durch InfoSpecies werden in Abhängigkeit von Datenherkunft zwei Fälle unterschieden (InfoSpecies 2019):

- Daten, die ohne Einschränkung weitergegeben werden können: Es handelt sich um Funddaten, welche im Auftrag der öffentlichen Hand erhoben wurden (öffentliche Daten) oder die den Datenzentren von Privaten oder von juristischen Personen zur Verfügung gestellt wurden (private Daten) mit der Berechtigung zur Freigabe. Diese Daten sind grundsätzlich in einer Genauigkeit von 1 km × 1 km erhältlich. Für Mitarbeitende von kantonalen Naturschutzfachstellen werden in der Regel die Rohdaten zur Verfügung gestellt.
- Daten, die nicht oder mit Einschränkung weitergegeben werden können: Es handelt sich um Funddaten,

welche den Datenzentren von Privaten oder von juristischen Personen zur Verfügung gestellt wurden (private Daten), mit der Auflage, dass sie nur auf Anfrage freigegeben werden können oder gesperrt bleiben. Im ersten Fall werden die Daten für Naturschutzfachstellen generalisiert (1 km × 1 km) bereitgestellt, für die Weitergabe von Rohdaten müssen die Datenzentren die Melder/-innen vorgängig kontaktieren.

Gewisse seltene Arten könnten durch die Veröffentlichung von Verbreitungsdaten stärker gefährdet werden (sog. sensible Arten). Daher wird die Weitergabe solcher Angaben unabhängig von der Datenherkunft restriktiver gehandhabt. Je nach Gefährdungsgrad der sensiblen Art werden die Daten in einer Auflösung von 1 km × 1 km oder 5 km × 5 km zusammengefasst. Dieses Vorgehen wird z. B. bei der Aspispiper (*Vipera aspis* s. l.) und der Kreuzotter (*Vipera berus*) sowie bei einigen Brutvogelarten angewendet.

4.2.3 Virtuelles Datenzentrum VDC

Über das Virtuelle Datenzentrum (VDC) bekommen die Naturschutzfachstellen und andere kantonale Fachstellen, die in der Artenförderung tätig sind, sowie die Schweizer Pärke Zugang zu den Daten der nationalen Daten- und Informationszentren. Je nach Einschränkung bei der Weitergabe (vgl. Kap. 4.2.2) sind die Daten als Rohdaten oder in 1 km × 1 km-Auflösung für den entsprechenden Perimeter (Kantonsfläche bzw. Parkfläche inkl. Puffer von 5 km) verfügbar. Das passwortgeschützte online-Tool gestattet Abfragen, Kartenansichten und Inventarlisten für die verschiedenen taxonomischen Gruppen. Der Freigabeprozess wird auf Antrag durch die Geschäftsleitung von InfoSpecies koordiniert. Bei Fragen zur Interpretation der Daten im VDC können sich Fachstellen und Pärke direkt an die entsprechenden Datenzentren oder auch an die Geschäftsstelle von InfoSpecies wenden.

Grundsätzlich werden alle in den Datenzentren vorhandenen Daten einer Gruppe ins VDC integriert. Bei den Brutvögeln werden die Fundmeldungen aufgrund der immensen Datenmenge auf einen Hektar aggregiert abgegeben (Ausnahme: sensible Arten, vgl. Kap. 4.2.2), um die Arbeit der Nutzer zu erleichtern. Einzelne Artengruppen sind noch nicht in genügender Qualität aufbereitet und werden erst mit der Zeit im VDC verfügbar gemacht. Die-

se Rohdaten sind jedoch bei den Datenzentren zugänglich und können bei Bedarf via InfoSpecies bezogen werden.

4.2.4 VDC-Anwendungsbeispiel: Artenschutzprojekt

An einem fiktiven Beispiel soll im Folgenden aufgezeigt werden, wie das online-Tool des VDC für ein konkretes Artenschutzprojekt genutzt werden kann. Der Hain-Wachtelweizen (*Melampyrum nemorosum*; Abb. 14) gilt in der Schweiz als gefährdet und kommt nur in zwei Kantonen vor. Diese Art wurde im Rahmen der Merkblätter Artenschutz bearbeitet und es bestehen viele Informationen zu Ökologie, Verbreitung und Schutz. Einer der beiden Kantone möchte nun ein Artenschutzprojekt starten und dabei auf die Analysemöglichkeiten des VDC zurückgreifen. In einem ersten Schritt wird eine Abfrage gemacht, die eine Übersicht über die im Kanton vorkommenden Populationen gibt. Daraus wird ersichtlich, dass die restlichen Vorkommen sich auf einen kleinen Teil des Kan-

Abb. 14: Hain-Wachtelweizen (*Melampyrum nemorosum*), eine nach Roter Liste der Gefässpflanzen stark gefährdete Art mit hoher nationaler Priorität.

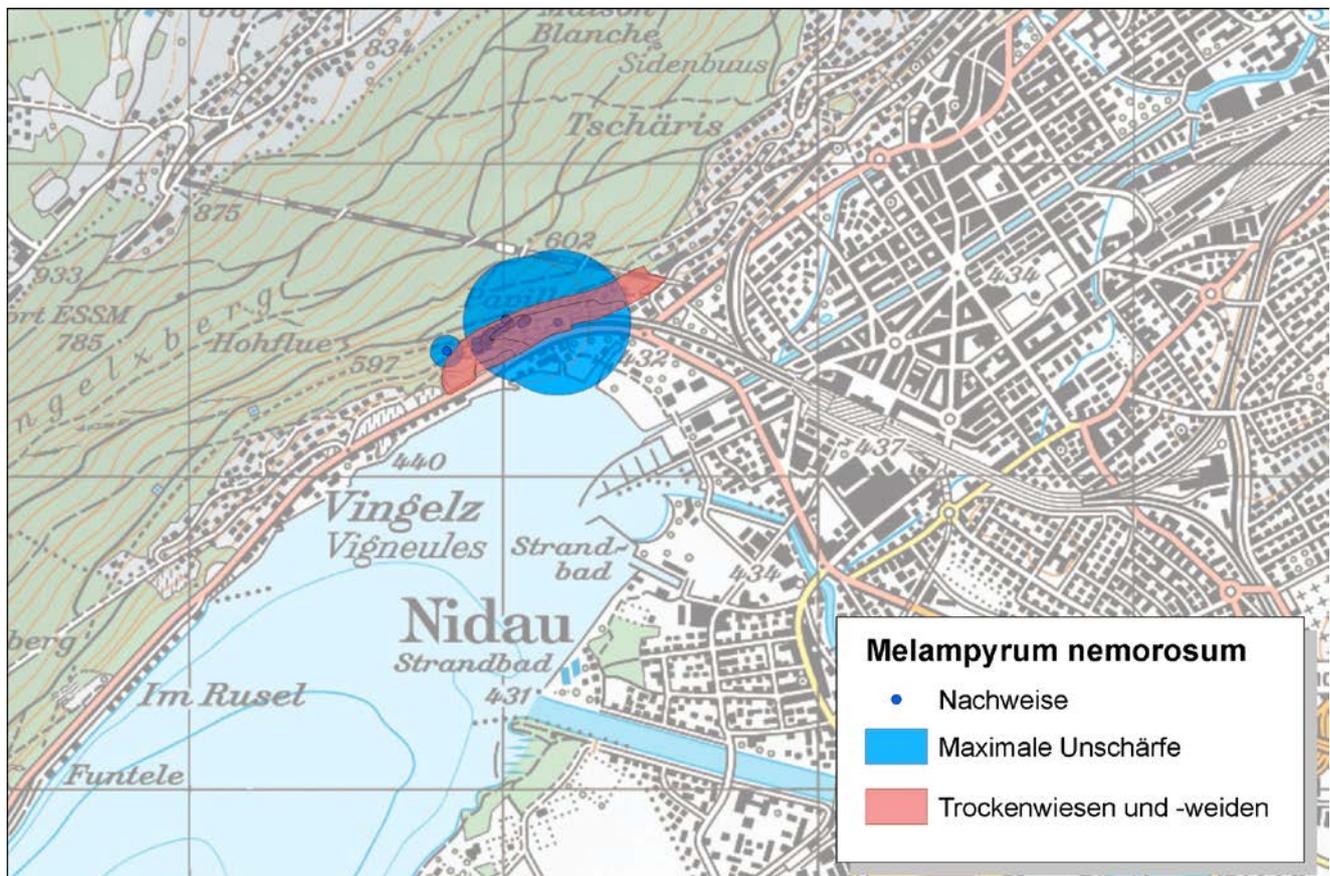


Quelle: Adrian Möhl, Info Flora

tons konzentrieren (Abb. 15). In einem zweiten Schritt wird untersucht, welche der Fundortangaben dort in nationalen Inventarobjekten der Trockenwiesen und -weiden vorkommen, damit für diejenigen Teile der Populationen die Bewirtschaftungsverträge bei Bedarf entsprechend angepasst werden. Dazu werden in der Kartenansicht des online-Tools die Ebenen mit den Inventar-Objekten einblendend. Die Analyse im VDC zeigt weiter, dass es aber mindestens einen Fundort ausserhalb der TWW-Objekte

gibt. Aus dem Artenschutz-Merkblatt ist bekannt, dass die Pflege von Wegböschungen mit Fadenmähern eine Ursache für den Rückgang ist. Ein Mitarbeiter der kantonalen Fachstelle möchte daher mit der Gemeinde, wo sich die Fundorte befinden, Kontakt aufnehmen, um zusätzliche Massnahmen bei der Böschungspflege einzuleiten. Er erstellt eine Karte und eine Liste mit allen Fundmeldungen ab 2000 bis 2019 als Grundlage für die Besprechung mit der Gemeindeverwaltung.

Abb. 15: VDC-Abfrage für Fundmeldungen von Hain-Wachtelweizen (*Melampyrum nemorosum*).



Tab. 3: Anzahl Fundmeldungen in den Datenbanken der Mitglieder von InfoSpecies, geordnet nach taxonomischen Gruppen und Kantonen
Stand März 2019

	Flechten	Pilze	Moose	Gefäßpflanzen und Makroalgen	Schnecken und Muscheln	Käfer	«Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köchertfliegen»	Heuschrecken	Libellen	Tagfalter und Widderchen	Nachtaktive Grossschmetterlinge, Kleinschmetterlinge	Krebstiere	Fische	Amphibien	Reptilien	Säuger (ohne Fledermause)	Säuger: Fledermause	Brutvögel	Total
AG	2246	23538	9560	191664	20624	23990	6947	14811	37954	35232	19387	461	15469	34560	5880	24061	1988	74563	542935
AI	188	918	617	5776	3144	380	503	471	73	1689	742	2	64	813	98	1024	141	5856	22499
AR	391	1292	1233	6222	1070	546	304	1259	97	5134	2994	4	25	3239	527	3335	96	8983	36751
BE	9510	106983	46191	571086	31719	41116	8819	42960	53077	164319	77020	461	8564	34692	28642	222228	9411	234153	1690951
BL	2410	27119	3814	177336	14050	30653	1735	9823	2765	52473	35490	93	221	10047	5330	17940	337	40542	432178
BS	12	1659	809	19864	3750	7075	566	2022	935	2328	4162	43	1529	549	566	1193	140	4366	51568
FR	2104	20494	3452	144303	6819	26476	3868	6704	11060	37055	7436	131	3327	14898	5634	56264	6547	104250	460822
GE	8099	11508	6002	284655	2609	12385	2856	22185	20704	52011	28484	43	1076	9089	4578	14380	12849	41531	535044
GL	1282	4073	4408	38705	1730	5099	886	1654	1551	14020	8929	6	430	1942	1655	7301	405	21651	115727
GR	9497	37226	31907	457022	20258	27375	9801	34979	15476	135652	53452	89	2125	7690	10423	59851	4633	225366	1142822
JU	1146	84243	3950	137482	6565	13769	4801	14194	19665	42439	11239	34	1437	4573	2320	37124	5434	42432	432847
LU	11122	26501	25932	105801	4621	20221	12241	18521	20748	49050	63845	69	1780	15456	6593	56054	4189	88729	531473
NE	1508	35296	4171	195489	18330	13127	3728	37788	15194	84836	11052	7	1396	5284	8423	40026	15381	52576	543612
NW	823	2259	3053	19750	1057	774	361	6030	696	11678	5277	-	84	1337	1866	4835	275	10901	71056
OW	8955	4495	16921	38266	1264	1235	1887	1195	3975	7396	8885	22	585	1521	1623	6738	372	17427	122762
SG	2030	20191	12698	101664	5376	7633	5945	36718	15704	47936	8753	200	1309	20393	8070	42726	3558	79774	420678
SH	462	3277	2254	38619	3964	4294	1108	6741	1889	70939	28082	18	217	1328	893	3001	1225	20778	189089
SO	1082	25357	5131	86725	9394	19174	1170	18210	4092	65978	17765	73	3568	3657	6296	32247	2642	47173	349734
SZ	2241	13216	9044	46627	3644	2345	2445	4537	20702	16287	29228	23	647	2200	3055	15973	1404	33036	206654
TG	907	10813	4897	67711	3758	12318	1517	2894	15680	16445	18568	379	3993	3991	2261	42488	2016	48259	258895
TI	3636	51221	18282	194839	9447	38897	12852	25648	9243	82288	221312	106	1244	7138	13858	21787	8930	103338	824066
UR	1946	3775	6632	85480	1268	2560	2513	2156	1225	18140	31183	10	381	1335	2855	7804	168	24518	193949
VD	13733	55788	11550	758029	16037	39578	21262	40787	38583	113324	59660	1150	6473	29103	11226	93706	25948	176053	1511990
VS	8769	22986	21184	449156	15334	49924	5536	43091	11727	200298	146621	125	1953	4317	10569	60105	18222	194888	1264815
ZG	309	1635	2074	51980	586	1052	363	1071	1891	2748	3211	107	1213	1612	875	1264	450	17351	89792
ZH	2603	32841	19573	452540	13580	33160	14319	51652	45543	112178	31343	487	4369	13010	10858	157644	7441	91333	1094474
Total	97011	628714	275339	4726791	219998	435156	128333	448101	370249	1441873	934120	4143	63479	233774	154974	1031099	134202	1809827	13137183

Quelle: VDC/InfoSpecies

4.3 Nationale Programme mit Zusatzinformationen

4.3.1 Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles (ALL-EMA)

Steckbrief

ALL-EMA ist ein Programm zur Überwachung von Arten und Lebensräumen in der Schweizer Agrarlandschaft und zur Evaluation von Biodiversitätsförderflächen (BFF) im Rahmen des Agrarumweltmonitoring des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW). ALL-EMA erhebt Daten zu Lebensräumen und Gefässpflanzenarten in der Agrarlandschaft. Die Ergebnisse werden verknüpft mit faunistischen Daten aus dem BDM Schweiz bzw. aus dem MHB. Der Fokus von ALL-EMA liegt auf der Erhebung von mittelhäufigen, für die Landwirtschaft relevanten Arten und Lebensräumen.

ALL-EMA umfasst 2 Module:

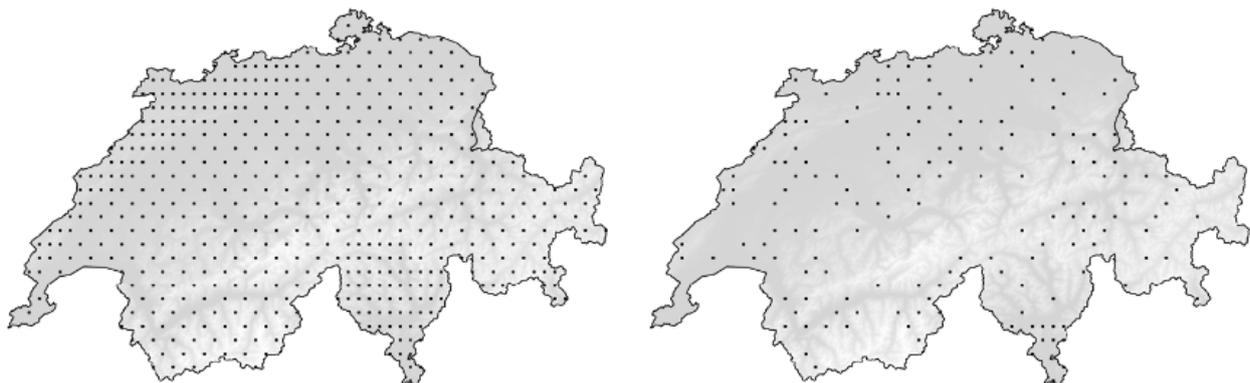
- Basisprogramm mit einem dreistufigen Stichprobendesign:
 - 170 Untersuchungsquadrate von 1 km² Grösse, die zufällig, aber gewichtet aus der Grundgesamtheit des BDM-Messnetzes «Artenvielfalt in Landschaften» gezogen wurden (Abb. 16).
 - Pro Untersuchungsquadrat Ansprache des Lebensraumtyps auf einer Teilmenge von Probeflächen. Ein systematisches Netz mit 50m Maschenweite wird

über das Untersuchungsquadrat gelegt, die Schnittpunkte bilden das Zentrum der Probeflächen. Von diesen werden nur Flächen in der Agrarlandschaft untersucht, d. h. landwirtschaftliche Nutzfläche und Sömmerungsfläche, und zwar maximal 391 Probeflächen. Ansprache des Lebensraumtyps nach einem eigens für das Programm entwickelten Lebensraumschlüssel und Erhebung der floristischen Qualität auf einer 10 m² grossen Fläche; Erfassung von biodiversitätsfördernden Strukturen (Hecken, Bäume, Gewässer, etc.) sowie von Neophyten der Schwarzen Liste und der Watch-List auf einer 200 m² grossen Fläche. Insgesamt werden total rund 32 000 Probeflächen erfasst.

- Pro Untersuchungsquadrat Auswahl von 19 Flächen aus den maximal 391 Probeflächen für vollständige Vegetationsaufnahmen auf einer 10 m² grossen Fläche (Methodik grundsätzlich gleich wie im BDM Schweiz, Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen», inkl. der Schätzung des Deckungsgrades, allerdings nur eine Begehung pro Jahr). Total rund 3230 Probeflächen.

Die Aufnahmen werden – synchron zum BDM Schweiz – alle 5 Jahre wiederholt. Der erste Erhebungszyklus findet von 2015 – 2019 statt, ein zweiter ist für 2020 – 2024 geplant.

Abb. 16: Ziehung der 170 Untersuchungsquadrate von ALL-EMA (rechts) aus der Stichprobe der Untersuchungsquadrate des BDM Schweiz, Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften» (links).



- Modul Biodiversitätsförderflächen (BFF): Auswahl von maximal 14 BFF pro Untersuchungsquadrat aus dem Basisprogramm, basierend auf jährlich aktualisierten georeferenzierten Daten der BFF, für Lebensraumansprache und vollständige Vegetationsaufnahmen. Die Stichprobenziehung erfolgt für jede Erhebungsperiode neu, woraus eine unabhängige (nicht verbundene) Stichprobe resultiert.

Messgrößen/Indikatoren:

- Im ALL-EMA werden rund 40 Indikatoren zu folgenden 5 Zielgrößen erfasst:
- Vielfalt von Arten
 - Qualität von Arten (u. a. Vorkommen von Arten der «Umweltziele Landwirtschaft» (UZL))
 - Vielfalt von Lebensräumen und Strukturen
 - Biologische Qualität von Lebensräumen und Strukturen
 - Vielfalt und Qualität von Arten und Lebensräumen in Biodiversitätsförderflächen

Literatur:

- Riedel S., Meili E. (Red.) 2018: Methodenbericht ALL-EMA Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles. Agroscope, Zürich. Agroscope Science Nr. 57: 31 S.

Weblink: www.all-ema.ch

Kontakt:

Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, aoel@bafu.admin.ch
 Agroscope, Forschungsgruppe Agrarlandschaft und Biodiversität, info@agroscope.admin.ch
 Bundesamt für Landwirtschaft BLW, Fachbereich Agrarumweltsysteme und Nährstoffe, info@blw.admin.ch

Schnittstellen/Verweis auf andere Projekte

Durch das harmonisierte Vorgehen bei den Vegetationsaufnahmen auf den 10-m²-Stichprobeflächen wie in der WBS (vgl. Kap. 3.2) und im BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1) lassen sich diese Daten gemeinsam auswerten. Mit den rund 3230 ALL-EMA-Probeflächen nur in der Agrarlandschaft lassen sich differenziertere Aussagen machen zu Entwicklungen in verschiedenen Lebensraumtypen. Auch Analysen aufgeteilt nach landwirtschaftlichen Erschwer-

niszonen oder nach den Hauptregionen der «Umweltziele Landwirtschaft» (UZL) sind möglich. Die Daten aus den Vegetationsaufnahmen des ALL-EMA fließen in die Datenbank von Info Flora ein. Sie stehen also auch für weiterführende Analysen zu Artverbreitung von Gefässpflanzen zur Verfügung.

4.3.2 Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Steckbrief

NAWA ist ein seit 2011 bestehendes Monitoring-Programm von Bund und Kantonen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene zu dokumentieren und zu beurteilen.

NAWA umfasst 2 Module zur Untersuchung der Fließgewässer:

- **NAWA TREND:** Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung, welches auf bestehenden Messstellen der kantonalen Fachstellen aufbaut; rund 100 Messstellen an Fließgewässern mit einem Einzugsgebiet > 25 km², seit 2019 ergänzt durch rund 20 neue Messstellen an vorwiegend kleinen Gewässern; monatliche Probenahme zur Erfassung der chemisch-physikalischen Parameter, zudem an rund 30 Messstellen Erfassung von Mikroverunreinigungen in 3.5-Tages- bis 2-Wochen-Mischproben, Erhebungen zur Biologie und Ökomorphologie im 4-Jahres-Rhythmus, jährliche Erhebung des Makrozoobenthos im Frühjahr und Sommer an den Mikroverunreinigung-Messstellen an kleinen Fließgewässern, kontinuierliche Erhebung des Abflusses an nahegelegenen hydrometrischen Messstationen.
- **NAWA SPEZ:** In regelmässigen Abständen durchgeführte Spezialbeobachtungen zur Beantwortung problembezogener Fragestellungen mit angepassten Methoden und Untersuchungskonzepten. NAWA SPEZ 2012: Pestizide in mittelgrossen Fließgewässern, NAWA SPEZ 2015/2017: Pflanzenschutzmittel in kleinen Fließgewässern, NAWA SPEZ 2018/2019: Biologischer Zustand von kleinen Fließgewässern.

Messgrößen/Indikatoren:

Im Rahmen von NAWA TREND werden verschiedene Messgrößen zur Beurteilung des ökologischen Zustandes nach den Methoden des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) standardmässig erhoben (Tab. 4). Davon sind folgende Daten für Fragestellungen im Zusammenhang mit der Biodiversität von Bedeutung:

- Makrozoobenthos: Erhebung der Makroinvertebraten mit Bestimmung auf Familienniveau, Berechnen der standardisierten Indices IBCH und SPEAR_{pesticide}; ausgewählte Wirbellosen-Gruppen (Larven von Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen, sog. EPT-Gruppe) werden auf Artniveau bestimmt, was weiterführende Auswertungen erlaubt.
- Kieselalgen: Beprobung zusammen mit Makrozoobenthos, Aufbereitung und Bestimmung auf Artniveau im Labor, ergänzt mit Bestimmung der Teratologie der Schalen (Mass der Fehlbildungen), Berechnung des standardisierten Index DI-CH.
- Fische: Probenahme durch Elektrofischung, Erheben von Artspektrum und Dominanzverhältnissen der erfassten Fische, der Populationsstruktur und Fischdichte der Indikatorarten sowie Angaben zu Deformationen und Anomalien.
- Wasserpflanzen: Erhebung der Makrophyten (Gefässpflanzen, Moose und von blosserem Auge erkennbare Algen), Bestimmung der Arten und deren Häufigkeit (Deckungsgrad), Kategorisierung gemäss Wuchsform (fädige Algen, Moose, Helophyten, Schwimmblattpflanzen, submerse Gefässpflanzen), Bewertung der Ergebnisse.

Literatur:

- BAFU 2013: NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fließgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327: 72 S.
- Kunz M., Schindler Wildhaber Y., Dietzel A. 2016: Zustand der Schweizer Fließgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011 – 2014. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1620: 87 S.
- Diverse Fachberichte NAWA TREND. Abrufbar unter www.bafu.admin.ch > Themen > Wasser > Fachinformation > Zustand der Gewässer > Wasserqualität der Fließgewässer > Biologie der Fließgewässer > Weiterführende Informationen > Dokumente

Tab. 4: Übersicht über die erhobenen Daten gemäss Modul-Stufen-Konzepts (MSK)

Modul	Erhebungszeitpunkt	Basisdaten	Bewertung
Chemie – Nährstoffe Stufe F (Liechti 2010)	ganzjährig	Stoffkonzentrationen	5 Klassen
Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010)	Frühjahr; an Messstellen, an denen Mikroverunreinigungen gemessen werden, ergänzend auch im Sommer	Artenliste und Häufigkeiten	5 Klassen
Kieselalgen Stufe F (Hürlimann & Niederhauser 2007)	Frühjahr	Artenliste und Häufigkeiten	5 Klassen
Fische Stufe F (Schager und Peter 2004)	Spätsommer – Herbst	Artenliste, Häufigkeiten, Altersklassen und weitere Merkmale	5 Klassen
Wasserpflanzen (Känel et al. 2018)	Juni bis September	Artenliste und Häufigkeiten	5 Klassen
Äusserer Aspekt Stufe F (Binderheim & Göggel 2007)	Frühjahr	Makroskopisch erkennbare Beeinträchtigungen	3 Klassen
Ökomorphologie Stufe F an den Messstellen (BUWAL 1998)	Frühjahr	Struktur von Sohle, Böschung und Ufer	4 Klassen (ohne Kategorie «eingedolt»)
Modul Spurenstoffe (in Erarbeitung)	Kontinuierlich, in 3.5-Tages- bis 2-Wochen-Mischproben	Stoffkonzentrationen	5 Klassen

Weblink: www.bafu.admin.ch > Themen > Wasser > Daten, Indikatoren & Karten > Wasser: Messnetze > Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Kontakt:

Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser,
wasser@bafu.admin.ch

Schnittstellen/Verweis auf andere Projekte

Durch die standardisierte Methode bei der Erhebung des Makrozoobenthos ergänzen sich die Aufnahmen von NAWA und BDM Schweiz, Messnetz «Artenvielfalt in Fließgewässern» (vgl. Kap. 3.1). Im Programm NAWA werden hauptsächlich grössere Fließgewässer mit Flussordnungszahlen nach Strahler 3 und grösser untersucht, während im BDM Schweiz anteilmässig mehr kleinere Fließgewässer beprobt werden (rund die Hälfte der Probenahmestellen liegt in Fließgewässern mit Flussordnungszahl 2).

Die NAWA-Daten zum Makrozoobenthos fliessen in die Makroinvertebraten-Datenbank MIDAT ein. Diese enthält Daten der kantonalen und nationalen Makrozoobenthos-Untersuchungen in Fließgewässern, mit dem Ziel, den Austausch der Daten zwischen den Kantonen zu erleichtern und einen Überblick über die aktuelle und frühere Gewässerqualität im Untersuchungsnetz der Schweiz zu liefern. Dank der abgestimmten Methodik in den nationalen Programmen NAWA und BDM Schweiz sowie in den fallbezogenen Aufnahmen der Kantone steht ein umfassender Datensatz zur Verfügung (vgl. Kap. 5.2). Verwaltet wird die Datenbank von info fauna CSCF, Weblink: www.cscf.ch > Projekte > Makrozoobenthos > Datenbank MIDAT.

4.3.3 Schweizerisches Landesforstinventar (LFI)

Steckbrief

Das LFI erfasst den Zustand und die Veränderungen des Schweizer Waldes. Es umfasst eine Stichprobeninventur bestehend aus 2 Teilen:

- Feldaufnahmen: Regelmässiges Stichprobennetz mit einer Maschenweite von 1.4 km, rund 6500 Probeflächen à 200 m² (Abb. 17)

- Fernerkundung: Auswertung von Luftbilddaten auf einem regelmässigen Stichprobennetz mit 1.4 km Maschenweite sowie Erstellung flächiger, landesweiter Karten wie das Vegetationshöhenmodell oder der Waldmischungsgrad

Die Aufnahme wurden in folgenden Jahren durchgeführt: LFI1 1982 – 1986, LFI2 1993 – 1995, LFI3 2004 – 2006, LFI4 2009 – 2017. Seit 2018 laufen die Feldarbeiten für das fünfte LFI.

Messgrößen/Indikatoren:

Im LFI wird eine Vielzahl von Messgrößen erhoben. Daraus werden 64 Indikatoren aus den Themenfeldern Waldressourcen, Gesundheit und Vitalität, Holzproduktion, biologische Vielfalt, Schutzwald und Sozioökonomie abgeleitet. Im Themenfeld biologische Vielfalt sind dies:

- Gehölzartenvielfalt (Anzahl Baumarten in der Ober-schicht, Anzahl Gehölzarten (Bäume und Sträucher), Vorkommen ökologisch wertvoller Baumarten, Gehölzartenvielfalt am Waldrand)
- Strukturvielfalt (Schlussgrad/Bestandesdichte, Baumalter und Bestandesalter (insbesondere Anteil Altbestände), Baum-Mikrohabitate, Länge und Qualität der Waldränder etc.)
- Verjüngung
- Eingeführte Gehölzarten, invasive Neophyten
- Totholzvolumen und -qualität
- Naturnähe und Biotopwert (ungestörte Wälder (Waldfläche ohne forstliche Eingriffe seit über 50 Jahren), Naturnähe des Nadelholzanteils im Laubwaldareal, Biotop-/Ökotonwert (kombinierte Betrachtung mehrerer Messgrößen))
- Geschützte Wälder (Naturschutzwälder)

Neben diesen Indikatoren wurden in einzelnen Inventuren auch Spezialerhebungen zu ausgewählten Arten durchgeführt, beispielsweise im LFI3 die Erfassung von Baumflechten und im LFI4 die Erfassung von Roten Waldameisen. Seit dem LFI3 werden Pilzarten an Totholz erfasst und im LFI5 wurde die Erhebung von vier krautigen invasiven Neophyten eingeführt.

Literatur:

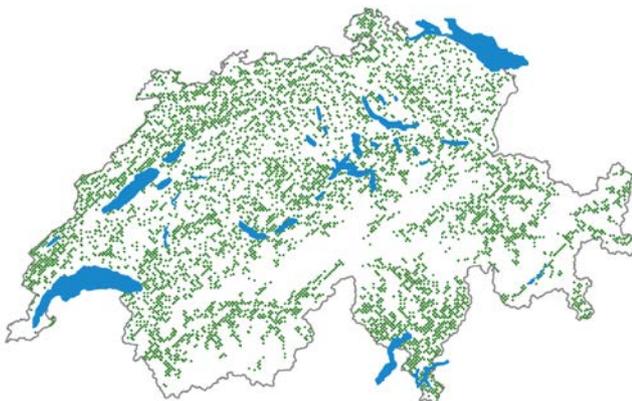
- Brändli U.-B. (Red.) 2010: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004 – 2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, und Bundesamt für Umwelt, Bern. 312 S.
- Brassel P., Brändli U.-B. (Red.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993 – 1995. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf, und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Haupt Verlag Bern: 442 S.

Weblink: www.lfi.ch

Kontakt:

Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wald,
wald@bafu.admin.ch
 Eidg. Forschungsanstalt WSL, wslinfo@wsl.ch

Abb. 17: Verteilung der rund 6500 LFI-Probeflächen.



Quelle: LFI

Schnittstellen/Verweis auf andere Projekte

Auf einem Teilnetz des LFI befinden sich Probeflächen des BDM Schweiz (Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen» vgl. Kap. 3.1). Dadurch lässt sich untersuchen, ob es generelle Muster in der Beziehung zwischen Artenreichtum und Waldstruktur (z. B. Bestandesdichte, Kronenschlussgrad, Deckungsgrad der Bodenvegetation, Verhältnis Laub-/Nadelhölzer etc.) gibt. Brändli et al. (2007) werteten die Daten von den insgesamt 381 gemeinsamen Probeflächen aus. Die Analysen zeigen, dass mit den verschiedenen Parametern zu Standorteigenschaften und Waldstruktur

nur ein Teil der vorherrschenden kleinräumigen Artenvielfalt von Gefässpflanzen, Moosen und Mollusken erklärt werden kann. Direkte Zählungen im Feld bleiben also unverzichtbar. Die Daten zur Waldstruktur können aber sehr wohl als wertvolle Zusatzinformationen bei Untersuchungen zur Artenvielfalt dienen. Beispielsweise konnte mit den kombinierten LFI-BDM-Daten gezeigt werden, dass ein gutes Lichtangebot (gemessen als Bestandsdichte oder Kronenschlussgrad) den Artenreichtum von Gefässpflanzen fördert.

4.3.4 Nationale Bodenbeobachtung (NABO)**Steckbrief**

Die NABO ist ein langfristiges Monitoring-Programm zur landesweiten Erfassung und Beurteilung von chemischen, physikalischen und biologischen Bodenbelastungen. Sie umfasst zwei Teile:

- *Ein direktes Monitoring:* 110 Dauerbeobachtungsstandorte (Abb. 18), verteilt über die ganze Schweiz (typische Kombination aus Landnutzung, Bodentyp, Geologie, Höhenstufe und anderen Standorteigenschaften), rund die Hälfte der Dauerbeobachtungsstandorte wird landwirtschaftlich intensiv genutzt (Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau oder intensives Grasland), ein Fünftel liegt in wenig intensiv oder extensiv genutzten Flächen wie Weiden und Alpweiden und ungefähr ein Drittel befindet sich im Wald. Zusätzlich sind zwei Dauerbeobachtungsstandorte in einem Stadtparkeingerichtet worden. Die Probenahme erfolgt auf einer 10 m × 10 m Probefläche in 0 – 20 cm Tiefe bzw. teilweise 0 – 70 cm Tiefe, Wiederholung alle 5 Jahre (Beginn 1985).
- *Die Modellierung von Stoffkreisläufen:* Erfassung von Ein- und Austrägen von Schadstoffen durch Mineraldünger, Hofdünger, Pflanzenschutzmittel, Luftverschmutzung und Ernte auf 48 landwirtschaftlich genutzten Parzellen des NABO-Messnetzes, Berechnung von Stoffbilanzen.

Messgrößen/Indikatoren:

Standardmässig werden beim direkten Monitoring folgende Parameter erhoben: Totalgehalt Schwermetalle, pH-Wert, Gehalt an organischem Kohlenstoff und physikalische Begleitparameter (Wassergehalt und

Raumgewicht der Feinerde). Zusätzlich werden für ausgewählte NABO-Standorte weitere Daten erfasst: Eindringwiderstand, mikrobiologische Messgrößen (mikrobielle Biomasse und Basalatmung), Zusammensetzung der Pilz- und Bakteriengemeinschaften mittels molekulargenetischer Analysen (sog. Metabarcoding mit DNS-Extraktion und -sequenzierung) sowie Nährstoffgehalt. Seit 2019 wird ein Monitoring zur Erfassung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen im Boden entwickelt.

Literatur:

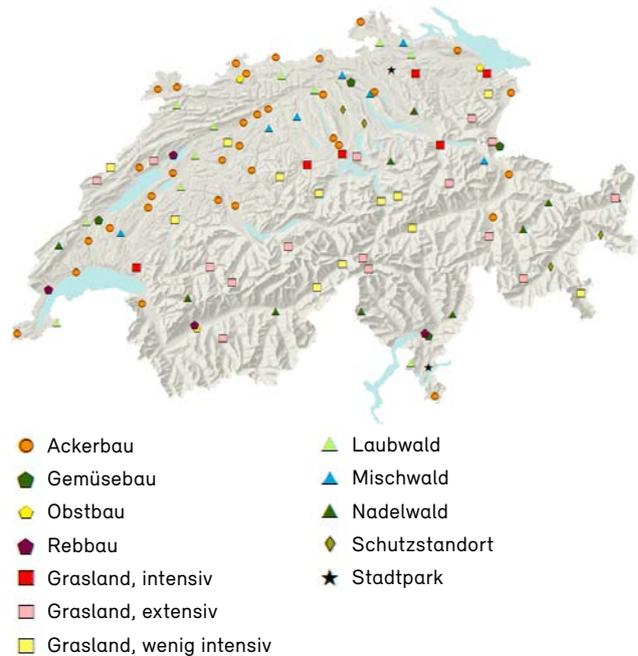
- Gubler A., Schwab P., Wächter D., Meuli R. G., Keller A. 2015: Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2009. Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1507: 81 S.
- Hug A. S., Gubler A., Gschwend F., Widmer F., Oberholzer H., Frey B., Meuli R. G. 2018: NABObio – Bodenbiologie in der Nationalen Bodenbeobachtung, Ergebnisse 2012–2016, Handlungsempfehlungen und Indikatoren. Agroscope, Zürich. Agroscope Science Nr. 63: 55 S.

Weblink: www.nabo.ch

Kontakt:

Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Boden und Biotechnologie, boden@bafu.admin.ch
 Agroscope, Nationale Bodenbeobachtung, info@agroscope.admin.ch

Abb. 18: Verteilung der NABO-Standorte nach Nutzungskategorie.



Quelle: NABO

Schnittstellen/Verweis auf andere Projekte

Auf dem Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen» des BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1) wurden in einer einmaligen Messkampagne von 2011 bis 2015 an rund 1100 Standorten Bodenproben entnommen. Die NABO untersuchte in einem ersten Schritt den pH-Wert, den Gehalt an organischem Kohlenstoff und an Gesamtstickstoff, das C/N-Verhältnis, die Kationenaustauschkapazität und die Bodentextur (Meuli et al. 2017). Bei 255 Proben wurden ausserdem mittels molekulargenetischer Analysen die Pilz- und Bakteriengemeinschaften erfasst. Weitere Untersuchungen stehen noch aus. Mithilfe von NABO können die BDM-Aufnahmen von Gefässpflanzen, Moosen und Mollusken in Beziehung zu Bodenkennwerten gesetzt werden.

Die NABO betreibt auch das Nationale Bodeninformationssystem NABODAT, welches zum Zweck hat, Boden-daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen, zu harmonisieren und für weitere Bedürfnisse verfügbar zu machen. Der im Dezember 2018 veröffentlichte Bodenkartierungskatalog CH gibt erstmals einen vollständigen Überblick über die Bodenkartierungsprojekte in der

Schweiz (Weblink: www.nabodat.ch > Service > Bodenkartierungskatalog > Karte).

4.3.5 Weitere Grunddaten für Biodiversitätsanalysen

Arealstatistik der Schweiz

Mit der Arealstatistik erhebt das Bundesamt für Statistik BFS seit den 1980er Jahren periodisch Informationen zur Bodennutzung und -bedeckung der Schweiz. Grundlage bilden Luftaufnahmen des Bundesamts für Landestopografie swisstopo, analysiert werden 4.1 Millionen Punktstichproben im Abstand von 100 m. Die Aufnahmen stehen als Geodaten in Hektarauflösung für Geografische Informationssysteme (GIS) bereit. Folgende Merkmale werden erfasst:

Bodennutzung: 46 Kategorien, zusammengefasst in 4 Hauptbereiche und insgesamt 10 Klassen:

- Siedlung: Gebäudeareal, Verkehrsflächen, besondere Siedlungsflächen, Erholungs- und Grünanlagen
- Landwirtschaft: Obst-, Reb- und Gartenbau, Acker- und Futterbau, Alpwirtschaft
- Bestockung: Wald
- Unproduktiv: Seen und Flüsse, unproduktives Land

Bodenbedeckung: 27 Kategorien zusammengefasst in 6 Hauptbereiche:

- Künstlich angelegte Flächen
- Gras-, Krautvegetation
- Gebüschvegetation
- Baumvegetation
- Vegetationslose Flächen
- Wasser- und Feuchtflächen

Weblink: www.bfs.admin.ch > Dienstleistungen > GEOSTAT > Geodaten der Bundesstatistik > Arealstatistik der Schweiz

Topografisches Landschaftsmodell TLM

Das Topografische Landschaftsmodell TLM ist das Kernstück der landesweiten Geodatenherstellung und dient als Basisdatensatz für die Landeskarten und für weitere räumliche Anwendungen. Es enthält natürliche und künstliche landschaftsprägende Objekte wie Gebäude, Strassen, Gewässer etc. In der Geodatenbank sind über 15 Millionen Objekte dreidimensional mit Lage und Form

abgelegt (punkt-, linien- oder flächenförmige 3D-Vektoren). Die Erfassung und Nachführung erfolgt auf Basis von aktuellen Luftbilddaten. Dabei besitzen gut definierte Objekte wie Häuser oder Strassen eine räumliche Genauigkeit im Dezimeterbereich, während bei weniger deutlich abgrenzbaren Objekten wie Waldrändern mit einer räumlichen Genauigkeit von ein bis drei Metern zu rechnen ist. Das TLM wird seit 2008 sukzessive aufgebaut.

Nützliche Daten sind beispielsweise Angaben zur Bodenbedeckung (z. B. Siedlungen, Waldgebiete, Gletscher), Steh- und Fließgewässer (vollständig als Linienobjekte erfasst), Vegetationskomponenten (Einzelbäume, Baum- und Gebüschreihen), diverse morphologische Kleinformen (z. B. Böschungen).

Weblink: www.swisstopo.admin.ch > Wissen & Fakten > Das Topografische Landschaftsmodell TLM

5 Auswertungen mit bestehenden Daten

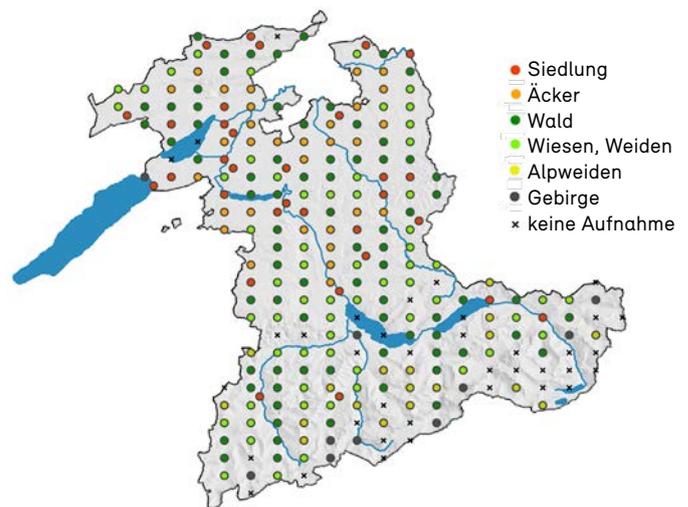
Daten

Die Daten aus den nationalen Programmen können auch für regionale Auswertungen verwendet werden. Falls aus den nationalen Erhebungen keine ausreichende räumliche Auflösung für eine Region/einen Kanton möglich ist, bietet sich für die Analyse unter Umständen die Kombination von Daten verschiedener Programme an. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Aufnahmemethodik verschiedener Programme aufeinander abgestimmt ist. Die hier vorgestellten Beispiele illustrieren mögliche Ansätze.

5.1 Analyse «Zustand und Entwicklung der Biodiversität im Kanton Bern»

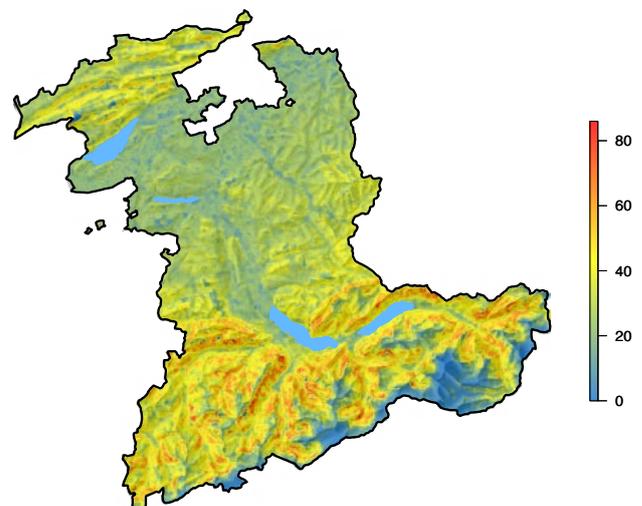
Der Kanton Bern verfügt noch über kein eigenes kantonsweites Monitoring der Biodiversität. Bis heute basiert die Prüfung der Wirksamkeit von Massnahmen zur Naturförderung auf der Erfolgskontrolle von einzelnen, meist objektspezifischen Fällen. Um trotzdem grobe Aussagen über den aktuellen Zustand der Biodiversität und über Entwicklungstrends machen zu können, gab die Abteilung Naturförderung des Kantons Bern 2014 eine kantonspezifische Analyse der Daten des BDM Schweiz in Auftrag. Die Auswertungen erfolgten ausschliesslich auf Basis bereits bestehender Daten und zeigten auf, was im Rahmen von beschränkten finanziellen Möglichkeiten realisiert werden kann (Plattner et al. 2014). Im Kanton Bern besteht der Vorteil, dass aufgrund der Grösse des Kantons vergleichsweise viele BDM-Probeflächen zur Verfügung stehen. Konkret sind es 56 1-km²-Probeflächen im Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften» und 223 Probeflächen für die «Artenvielfalt in Lebensräumen» (Abb. 19; für den Methodenbeschrieb vgl. Kap. 3.1). Aufgrund der grossen landschaftlichen Vielfalt müssen die Auswertungen allerdings für die biogeografischen Regionen (Jura, Mittelland, Voralpen und Nordalpen) und die unterschiedlichen Lebensraumtypen differenziert werden, um sinnvolle Aussagen machen zu können.

Abb. 19: Lage der 223 Probeflächen des BDM-Messnetzes «Artenvielfalt in Lebensräumen» im Kanton Bern und Verteilung auf die Lebensraumtypen.



Quelle: BDM Schweiz

Abb. 20: Modell der aktuellen räumlichen Verteilung (Zustand) der mittleren Tagfalter-Artenzahlen pro km² im Kanton Bern.



Quelle: BDM Schweiz

Beispielsweise wurde die mittlere Artenzahl von Gefässpflanzen auf 10-m²-Probeflächen im Kanton Bern mit dem entsprechenden schweizerischen Mittelwert aufgeteilt nach Lebensraumtypen verglichen. Bemerkenswert ist, dass die mittlere Artenzahl auf Alpweiden, alpinen Rasen und Geröllflächen im Kanton Bern mit 44 gegenüber 30 Arten um mehr als ein Drittel höher liegt als in der restlichen Schweiz. Dieser hohe Artenreichtum ist vermutlich auf den hohen Anteil an artenreichen Kalkgebieten und die Mischung von trockenheits- und feuchtigkeitsliebenden Pflanzenarten in den Berner Alpen zurückzuführen.

Abb. 21: Alle Untersuchungsstellen (n = 406) im Zeitraum von 2005 bis 2013, aufgeschlüsselt nach dem Ursprung der Daten



Quelle: Leib (2015 b)

Basierend auf den Artenzahlen können mit Artenvielfaltsmodellen jene Umweltfaktoren identifiziert werden, welche die Artenvielfalt massgeblich beeinflussen – zum Beispiel Höhenlage, Jahres-Durchschnittstemperatur und Bodennutzung. Dieses Wissen wird verwendet, um aufgrund der räumlichen Verteilung der relevanten Umweltfaktoren die Artenzahlen für die gesamte Fläche vorherzusagen («Extrapolation») und die Hotspots der Artenvielfalt räumlich festzulegen (Abb. 20). Aus den Kartendarstellungen lassen sich anschliessend beispielsweise prioritäre Gebiete für die Erhaltung der Biodiversität ableiten.

Die Analysen zeigen, dass mit den Daten des BDM Schweiz (und auch mit anderen in regelmässigen Stichprobennetzen erhobenen Daten) dank des systematischen

Stichprobendesigns spezifische Auswertungen für eine bestimmte Region gemacht werden können. Für kleinere Kantone ist ein analoges Vorgehen jedoch nicht zu empfehlen, da die statistische Unschärfe der Aussagen bei kleinem Stichprobenumfang gross ist. Für allgemeingültige Aussagen empfiehlt sich das Erheben zusätzlicher Flächen (sog. Verdichtung, vgl. z. B. Kap. 6.2 BDM Thurgau).

5.2 Auswertung Makrozoobenthos in kleinen Fließgewässern

Das Amt für Umwelt und Energie des Kantons St.Gallen hat im Auftrag des BAFU eine Auswertung zum biologischen Zustand kleiner Fließgewässer durchgeführt (Leib 2015a und b). Obwohl Fließgewässer der Flussordnungszahl nach Strahler 1 und 2 rund drei Viertel der Fließstrecke des Schweizer Gewässernetzes ausmachen und grundlegende ökologische Funktionen haben, fehlte bislang eine gesamtschweizerische Untersuchung. Das Ziel war deshalb, eine Übersicht zu erlangen, inwiefern die kleinen Fließgewässer die ökologischen Ziele gemäss Modul-Stufen-Konzept (MSK) erreichen, und zu untersuchen, ob ein Zusammenhang mit der Landnutzung im Einzugsgebiet besteht.

Die Auswertung greift auf alle verfügbaren Makrozoobenthos-Daten aus den Jahren 2005 – 2013 zurück. Dabei wurden zwei unterschiedliche Datenquellen berücksichtigt: Einerseits die Daten der kantonalen Gewässerschutzfachstellen und andererseits Daten des BDM Schweiz. Insgesamt wurden 709 Proben von 406 Untersuchungsstellen analysiert (Abb. 21). Da die Kantone unterschiedliche Indices zur Beurteilung des Gewässerzustandes verwendet haben (z. B. Makroindex, Saprobienindex, IBGN, IBCH), wurde die binäre Variable «ökologisches Ziel erreicht/nicht erreicht» als Zielgrösse gewählt. Zusätzlich wurde die Landnutzungsanalyse von Strahm et al. (2013) verwendet, die Angaben zur möglichen Belastung eines Einzugsgebietes mit Schadstoffen macht. Sie basiert auf einem umfassenden GIS-Datensatz, der die Einzugsgebiete der Fließgewässer in Verbindung setzt zu Landnutzung (basierend auf Bodenbedeckung der VECTOR25-Karte des Bundesamts für Landestopografie swisstopo und der Arealstatistik des Bundesamts für Statistik BFS) und Höhenstufe (digitales Höhenmodell der swisstopo).

Bei knapp der Hälfte der Proben (49 %) wurden die Ziele und Anforderungen gemäss MSK nicht erreicht (Tab. 5). Interessant ist jedoch, dass es je nach Probenahme-strategie grosse Unterschiede gibt: Bei den BDM-Proben, die unabhängig von Landnutzung und allfälliger Belastungssituation genommen wurden, erfüllten rund ein Drittel (34 %) die Zielvorgaben nicht, während es bei den Proben der kantonalen Fachstellen 55 % waren. Die Probenahmestellen für letztere befinden sich zu einem grossen Teil im intensiv genutzten Mittelland und wurden teilweise aufgrund eines Verdachts auf Gewässerverschmutzung ausgewählt. Während die Untersuchungen der kantonalen Fachstellen zum Ziel haben, vermutete bzw. bekannte Gewässerverschmutzungen festzustellen oder zu kontrollieren und damit den Vollzug zu verbessern, liefert das BDM Schweiz Daten, die ein repräsentatives Bild des Gewässerzustandes geben sollen. Die Aufteilung der BDM-Daten nach Höhenstufen-Klassen macht deutlich, dass die grössten biologischen Defizite in den

tieferen Lagen – insbesondere im Mittelland – bestehen. Bei den BDM-Proben unterhalb von 600 m ü. M. verfehlten 42 % die ökologischen Ziele nach MSK (Tab. 5). Mit den BDM-Daten, die mit einem regelmässigen Stichprobendesign erhoben wurden, können generelle Aussagen beispielsweise pro Höhenstufe gemacht werden, die den kantonalen Fachstellen als Vergleichswerte dienen.

Mithilfe der Landnutzungsanalyse konnte in der vorliegenden Studie ausserdem der Zusammenhang zwischen landwirtschaftlicher Nutzung im Einzugsgebiet und der Erfüllung der ökologischen Ziele nach MSK in einem Gewässer näher untersucht werden. Ein grösserer Anteil Ackerland und Reb- und Obstbau wirkte sich tendenziell schlecht auf den Gewässerzustand aus, während mehr Grünland im Einzugsgebiet tendenziell zu einer besseren Gewässerbeurteilung führte. Diese Auswertungen zeigen das Potenzial auf, das die Verknüpfung von Punktmessungen mit umfangreichen GIS-Datensätzen birgt.

Tab. 5: Übersicht über den Datensatz in Bezug zur Erfüllung der ökologischen Ziele nach Modul-Stufen-Konzept (MSK)

Dargestellt wird einerseits der gesamte Datensatz (mit allen verschiedenen Erhebungs- und Auswertungsmethoden) und andererseits wird er unterteilt nach den unterschiedlichen Datenquellen: Datensatz des BDM Schweiz (beurteilt anhand des IBCH, Berechnungsmethode von 2010) sowie der Datensatz der kantonalen Gewässerschutzfachstellen (mit allen unterschiedlichen Erhebungs- und Auswertungsmethoden sowie zur besseren Vergleichbarkeit jene Untersuchungen der kantonalen Gewässerschutzfachstellen, deren Beurteilung anhand des IBCH erfolgte). Die leichte Zunahme der Nichterfüllung ökologischer Ziele in der subalpinen/alpinen Stufe ist damit begründet, dass der IBCH in dieser Höhenstufe an seine Grenzen stösst, weil die Artenvielfalt in kalten Gebirgsbächen generell tiefer ist.

Gewässerzustand	Höhenstufe	n	Ökologische Ziele erfüllt (Anteil in %)	Ökologische Ziele nicht erfüllt (Anteil in %)
Gesamter Datensatz (alle Indices)	gesamt	709	51	49
	0 – 600 m ü. M.	479	42	58
	601 – 1200 m ü. M.	110	73	27
	1201 – 2600 m ü. M.	102	68	32
BDM Schweiz (IBCH)	gesamt	191	66	34
	0 – 600 m ü. M.	52	58	42
	601 – 1200 m ü. M.	57	79	21
	1201 – 2600 m ü. M.	82	63	37
Kant. Gewässerschutzfachstellen (alle Indices)	gesamt	518	45	55
	0 – 600 m ü. M.	445	40	60
	601 – 1200 m ü. M.	53	66	34
	1201 – 2600 m ü. M.	20	85	15
Kant. Gewässerschutzfachstellen (IBCH)	gesamt	45	33	67
	0 – 600 m ü. M.	40	35	65
	601 – 1200 m ü. M.	5	20	80
	1201 – 2600 m ü. M.	0	–	–

5.3 Tagfalter-Index: Kombination von CSCF- und BDM-Daten

Der Swiss Bird Index (SBI®) der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (vgl. Kap. 3.3.4) hat sich als Fiebermesser für den Zustand der Vogelwelt bewährt und fest etabliert. In einem ersten Schritt werden beim SBI® die Bestandstrends möglichst vieler Vogelarten berechnet. Im zweiten Schritt wird der Trend über mehrere Arten einer Artengruppe gemittelt. Artengruppe können bestimmte Lebensräume (zum Beispiel Waldarten) oder politische Ziele (zum Beispiel Arten der «Umweltziele Landwirtschaft» UZL) repräsentieren. Im Auftrag des BAFU und in Zusammenarbeit mit info fauna CSCF wurde nun ein analoger Index für die Tagfalter entwickelt.

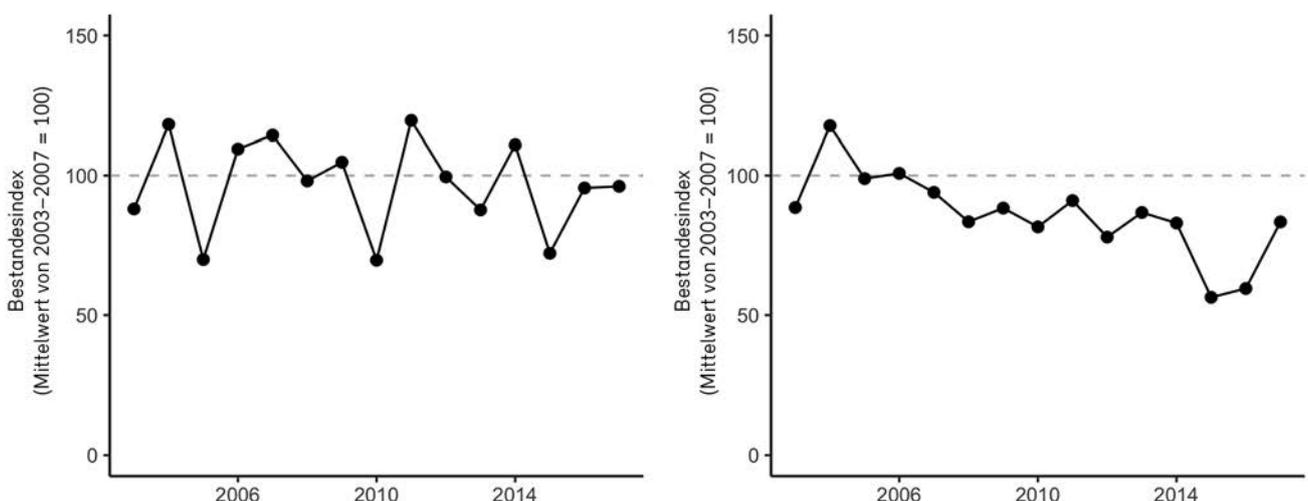
Im BDM werden die Tagfalter von Spezialist/-innen unter Vorgabe von standardisierten Methoden erhoben. Die Daten haben daher eine hohe Qualität. Sie enthalten zudem nicht nur die Information, wo Arten vorkommen, sondern machen auch Aussagen, wo diese Arten fehlen. Die Daten eignen sich deshalb, um realistische Bestandstrends von Einzelarten zu berechnen. Die BDM-Probeflächen des Messnetzes «Artenvielfalt in Landschaften» decken aber nur etwa 1% der Fläche der gesamten Schweiz ab. Deshalb kommen nur die eher häufigen Arten

auf genügend Probeflächen vor, um mit den Daten eine präzise Aussage zur Bestandsentwicklung machen zu können. Optimistisch geschätzt liegen für höchstens die Hälfte der in der Schweiz vorkommenden Tagfalterarten genügend Daten vor. Aus diesem Grund werden die BDM-Daten in Kombination mit den Daten von info fauna CSCF ausgewertet.

Die CSCF-Daten zeichnen sich durch eine grosse Datenmenge und eine hohe räumliche und zeitliche Abdeckung aus, sie werden aber nur mit geringen methodischen Vorgaben erfasst. Es ist deshalb schwieriger zu unterscheiden, wo Arten nicht gemeldet wurden und wo Arten tatsächlich nicht vorkommen, besonders weil die Meldeintensität räumlich und zeitlich stark variiert. Mit geeigneten Auswertungsmethoden, welche dies berücksichtigen, ist es dennoch möglich, realistische Bestandstrends zu berechnen (van Strien et al. 2013). Dies ist insbesondere bei der Kombination von CSCF-Daten mit BDM-Daten der Fall (Roth et al. 2014).

Diese kombinierte Auswertung wurde für zehn Arten exemplarisch getestet. Die Resultate sind vielversprechend, wie das Beispiel des Veilchenperlmutterfalters *Boloria euphrosyne* zeigt (Abb. 22). Es kann davon ausgegangen werden, dass durch die gleichzeitige Verwen-

Abb. 22: Bestandsentwicklung des Veilchenperlmutterfalters *Boloria euphrosyne*, die nur mit BDM-Daten (links) und mit einer Kombination aus CSCF- und BDM-Daten (rechts) berechnet wurde.



dung von CSCF- und BDM-Daten für eine Mehrheit der in der Schweiz vorkommenden Tagfalterarten realistische Bestandstrends berechnet werden können.

Die verwendete Methode kann zwar damit umgehen, dass eine Art nicht überall, wo sie vorkommt, nachgewiesen wird. Sie geht aber auch davon aus, dass es sich bei allen Nachweisen um echte Nachweise handelt. Entsprechend können sich Falschbestimmungen negativ auswirken. Es ist also nötig, die resultierenden Bestandstrends jeweils kritisch zu überprüfen, bevor die mittleren Bestandstrends für aussagekräftige Artengruppe berechnet werden können. Zum jetzigen Zeitpunkt des Projekts werden nun die Bestandstrends für möglichst viele Arten berechnet und von Experten plausibilisiert.

6 Programme mit Bezug zu nationalen Monitorings

Zusätzliche Erhebungen, die sich nach den nationalen Programmen richten, profitieren davon, dass erprobte Methoden verwendet werden können. Die so gewonnenen Daten lassen sich untereinander einfacher vergleichen. Resultate aus nationalen Programmen können dabei als Referenz für grossräumige Trends herangezogen werden.

6.1 Langfristüberwachung der Artenvielfalt in der normal genutzten Landschaft des Kt. Aargau

6.1.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung (Veränderung über die Zeit) der Artenvielfalt im Kanton Aargau mit Fokus auf die «Normallandschaft»
- Design der Erhebung: Regelmässiges Stichprobennetz mit 59 Probeflächen à je 1 km² (Grundnetz Tagfalter- und Brutvogelerhebungen, analog zum Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften» des BDM Schweiz) und 512 Probeflächen à je 10 m² (Pflanzen- und Mollusken-Erhebungen analog zum Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen» des BDM Schweiz), Wiederholung der Aufnahmen alle 5 Jahre
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (1995), Gefässpflanzen (1996), Mollusken (1996), Tagfalter (1998)
- Literatur: Plattner M. 2018: Zahlen zur LANAG 2018. Bericht der Hintermann & Weber AG im Auftrag der Abteilung Landschaft und Gewässer und der Abteilung Wald des Kantons Aargau.
- Weblink: www.ag.ch > Verwaltung > Departement Bau, Verkehr und Umwelt > Umwelt, Natur & Landschaft > Natur- und Landschaftsschutz > Arten und Lebensräume > Erfolgskontrolle und Dauerbeobachtung > LANAG/Kesslerindex
- Trägerschaft/Finanzierung: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer und Abteilung Wald

- Kontakt: Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung Landschaft und Gewässer, alg@ag.ch

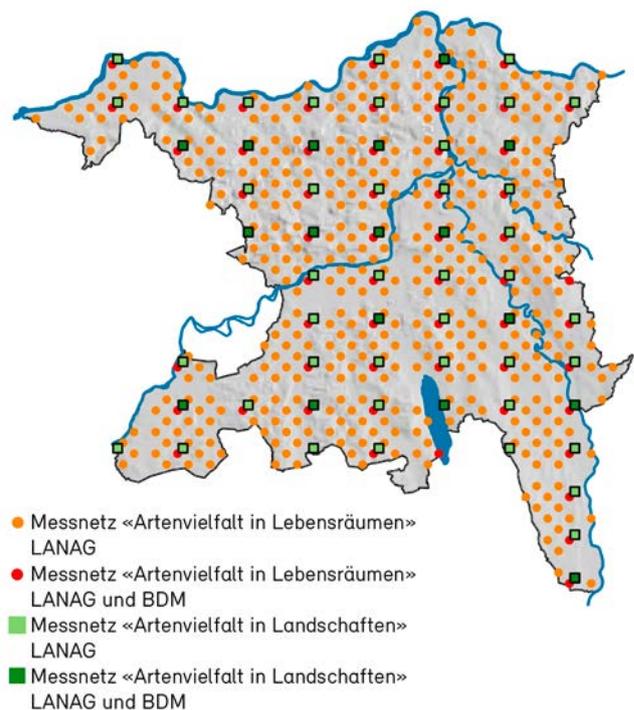
6.1.2 Beschrieb des Programms

Das Programm LANAG hat zum Ziel, folgende Fragen beantworten:

- Wie artenreich ist die Landschaft im Kanton Aargau?
- Wie entwickelt sich die Artenvielfalt in den Hauptnutzungstypen Wald, Siedlungsfläche und landwirtschaftlich genutztes Kulturland?

Abb. 23: Die beiden Messnetze für die LANAG-Erhebungen

Dargestellt sind das Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften» mit 59 Probeflächen à 1 km² (Quadrate) und das Messnetz «Artenvielfalt in Lebensräumen» mit 512 Probeflächen à je 10 m² (Punkte). Jeweils 17 der 1-km²-Probeflächen bzw. 56 der 10-m²-Probeflächen werden durch das BDM Schweiz bearbeitet. Nicht dargestellt sind die zusätzlichen Flächen in Naturwaldreservaten und in Gebieten mit einem hohen Anteil an Trockenwiesen und -weiden sowie Biodiversitätsförderflächen des kantonalen Programms Labiola.



Quelle: LANAG

- Gibt es regionale Unterschiede?
- Wie wirken sich die Naturschutzprogramme auf die Artenvielfalt aus und wo besteht Handlungsbedarf?

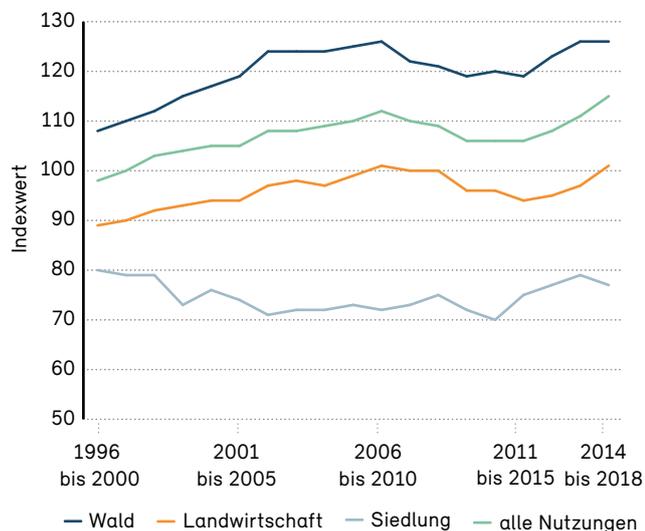
Das Programm LANAG ist das älteste Biodiversitätsmonitoring in der Schweiz und hat wesentliche methodischen Grundlagen für das BDM Schweiz bereitgestellt. Die Erhebungen der Gefässpflanzen und Mollusken sind seit jeher identisch mit denjenigen zum Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen» des BDM Schweiz. Ab 2018 wurde auch die Aufnahmemethodik bei Brutvögeln und Tagfaltern vollständig an das BDM Schweiz (vgl. Kap 3.1, Indikator «Artenvielfalt in Landschaften») angeglichen, um Synergien zu nutzen. Die gleiche Aufnahmemethodik ermöglicht zum einen das gemeinsame Verwenden der methodischen Grundlagen und zum anderen lassen sich die Aargauer Daten auch mit ähnlichen Gebieten in der übrigen Schweiz vergleichen.

Die LANAG-Erhebungen erfolgen auf zwei regelmässigen Stichprobennetzen (Abb. 23), ergänzt durch zusätzliche

Probeflächen in Lebensräumen, die besonders wertvoll sind bzw. in denen spezielle Fördermassnahmen getroffen werden (Verdichtung des Messnetzes). Seit 2017 werden Brutvögel und Mollusken in Naturwaldreservaten erfasst, und seit 2018 gibt es Erhebungen zu Brutvögeln und Tagfaltern in Gebieten mit einem hohen Anteil an Trockenwiesen und -weiden sowie Biodiversitätsförderflächen des kantonalen Programms Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft (Labiola).

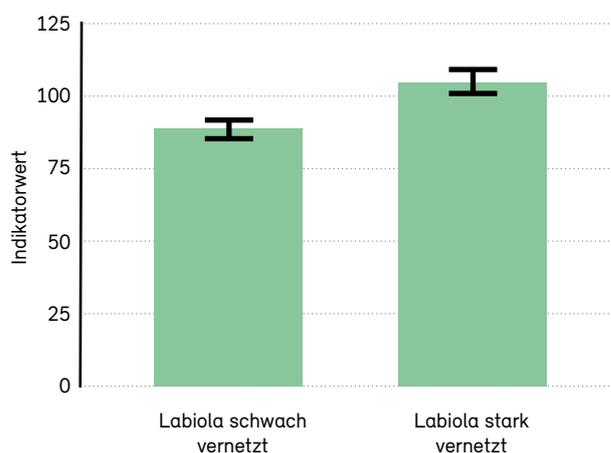
Aus den Daten wird jährlich der sogenannte Kessler-Index berechnet. Er setzt sich zusammen aus dem mittleren Artenreichtum der vier erfassten taxonomischen Gruppen, wobei alle das gleiche Gewicht erhalten. Ein Indexwert von 100 steht für eine Artenvielfalt, die dem kantonalen Mittelwert der Jahre 1996 und 1997 entspricht, tiefere Zahlen stehen für eine geringere, höhere Zahlen für eine grössere Artenvielfalt. Der Kessler-Index dient als Indikator für die Qualität der Lebensräume im Aargau. Er ist geeignet, um den Zustand und die Entwicklung der Artenvielfalt im Aargau als Gesamtes sowie aufgeteilt nach Hauptnutzungstyp-

Abb. 24: Entwicklung des Kessler-Index im Kanton Aargau
 Dargestellt sind gleitende 5-Jahres-Mittelwerte für den Beobachtungszeitraum 1996–2018, einerseits kumuliert für alle Hauptnutzungstypen und andererseits aufgeteilt in Wald, Siedlungsfläche und landwirtschaftlich genutztes Kulturland.



Quelle: LANAG

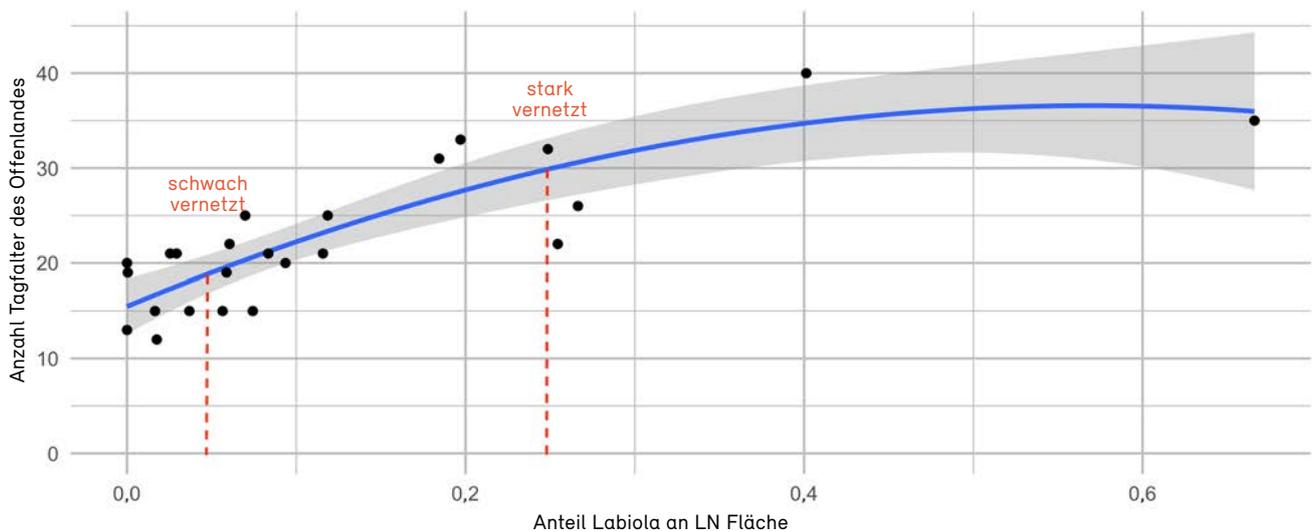
Abb. 25: Entwicklung der Artenvielfalt in Abhängigkeit der kantonalen Biodiversitätsförderung in der Landwirtschaft
 Dargestellt ist der Labiola-Indikator inkl. 95%-Vertrauensbereich basierend auf den Daten der Probeflächen des BDM Schweiz im Kanton Aargau sowie den LANAG-Probeflächen inkl. Verdichtung der Jahre 2014–2018 (Tagfalter n = 142, Brutvögel n = 172). Die einzelnen Werte des Labiola-Indikators errechnen sich aus Regressionsmodellen, s. Abb. 26.



Quelle: LANAG

Abb. 26: Beispiel für ein Regressionsmodell zur Berechnung der Anzahl Tagfalter, die in den Labiola-Indikator einfließen

Blaue Kurve = Regressionsmodell, grauer Bereich = 95 %-Vertrauensbereich; schwach vernetzt bedeutet 5 %-Anteil Labour-Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, stark vernetzt 25 %-Anteil Labiola-Flächen



Quelle: LANAG

pen (Wald, Siedlungsfläche, landwirtschaftlich genutztes Kulturland) und Regionen (Jura, Flusstal und Hügelland) zu verfolgen. Damit ist er ein wichtiges Instrument für die kantonale Naturschutzpolitik.

Um den Erfolg der kantonalen Massnahmen zur Biodiversitätsförderung in der Landwirtschaft zu untersuchen, wurde 2018 der Labiola-Indikator entwickelt, benannt nach dem kantonalen Programm Landwirtschaft – Biodiversität – Landschaft. Er berücksichtigt die Zahl der verschiedenen Tagfalter- und Brutvogelarten des Kulturlandes, welche auf einer 1-km²-Probefläche im Durchschnitt während einer Saison vorkommen.

6.1.3 Konkrete Beispiele von Datenauswertungen

Für den Kessler-Index werden die Daten aufgeteilt nach Hauptnutzungstypen (Wald, Siedlungsfläche und landwirtschaftlich genutztes Kulturland) ausgewertet. Der Index zeigt, dass sich die Artenvielfalt im Wald und teilweise auch im landwirtschaftlich genutzten Kulturland seit 1996 positiv entwickelt hat, während im Siedlungsgebiet eher ein Rückgang zu verzeichnen ist (Abb. 24). Die Tendenzen waren in der ersten Dekade der Messung stärker als in der zweiten.

Mittels Regressionsmodellen wird der Wert des Labiola-Indikators berechnet für stark vernetztes Kulturland mit hohem Anteil kantonaler Biodiversitätsförderflächen (Anteil Labiola-Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche 25 %) und für schwach vernetztes Kulturland (5 % Labiola-Flächen; Abb. 25 und Abb. 26). Diese Resultate können herangezogen werden, um die Wirkung der Labiola-Fördermassnahmen zu beurteilen.

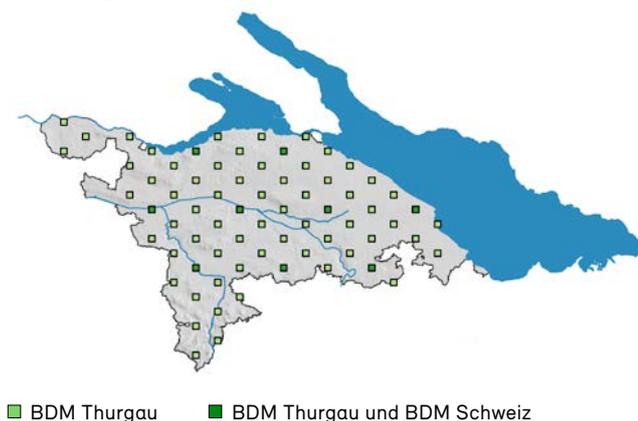
6.2 Biodiversitätsmonitoring Thurgau (BDM Thurgau)

6.2.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung (Veränderung über die Zeit) der Artenvielfalt im Kanton Thurgau mit Fokus auf die «Normallandschaft»
- Design der Erhebung: Regelmässiges Stichprobenetz mit 72 Probeflächen à je 1 km² in Anlehnung an das BDM Schweiz, Messnetz «Artenvielfalt in Landschaften»; Wiederholung der Aufnahmen alle 5 Jahre. Als Besonderheit separate Kartierung der Hauptnutzungstypen (Wald, Siedlungsfläche und landwirtschaftlich genutztes Kulturland innerhalb und ausserhalb der Vernetzungskorridore)
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (2009), Gefässpflanzen (2009), Tagfalter (2009)
- Literatur: Geisser H., Hipp R. 2018 (Hrsg.): Das Biodiversitätsmonitoring Thurgau – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Erhebungen von 2009 bis 2012 und 2013 bis 2017. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Band 69: 140 S.
- Weblink: raumentwicklung.tg.ch > Themen > Natur > Biodiversitätsmonitoring
- Trägerschaft/Finanzierung: Amt für Raumentwicklung des Kantons Thurgau
- Kontakt: Amt für Raumentwicklung, Abteilung Natur und Landschaft, sekretariat.aren@tg.ch

Abb. 27: Die Datenerhebungen des BDM Thurgau umfassen 72 Probeflächen von je 1 km² Fläche

Darstellung nicht flächengetreu



Quelle: BDM Thurgau, Hintergrundkarte Bundesamt für Landestopografie swisstopo

6.2.2 Beschrieb des Programms

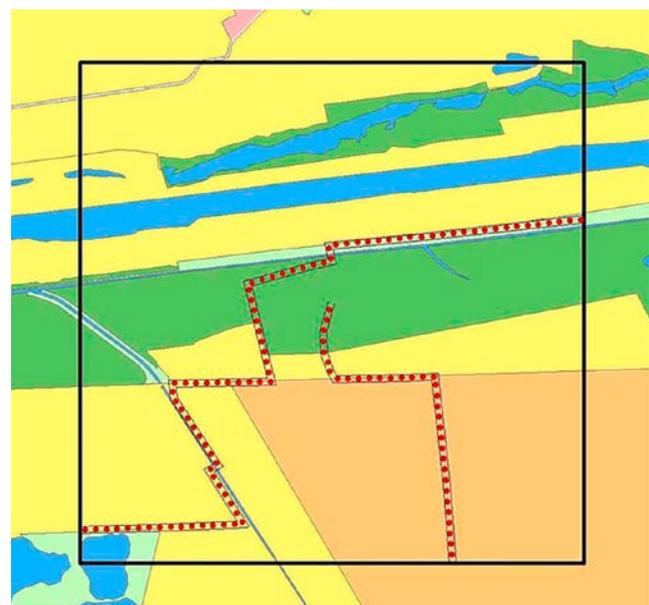
Das BDM Thurgau hat folgende Ziele:

- die aktuelle Artenvielfalt in verschiedenen Landschaftstypen zu dokumentieren und Veränderungen zu erkennen
- Grundlagen zu schaffen, um die Wirksamkeit der kantonalen Massnahmen zur Förderung der Biodiversität zu überprüfen (Erfolgskontrolle der kantonalen Naturschutz- und Landwirtschaftspolitik, insbesondere des kantonalen Vernetzungsprojektes im Kulturland)

Das BDM Thurgau wurde in enger Anlehnung an den Indikator «Artenvielfalt in Landschaften» des BDM Schweiz konzipiert. Zusätzlich zu den 9 bestehenden BDM-Probeflächen wurden über den ganzen Kanton verteilt weitere 63 Flächen definiert (Verdichtung des Messnetzes; Abb. 27). Anders als beim BDM Schweiz werden aber die Artenlisten getrennt nach Nutzungstypen erstellt

Abb. 28: Beispiel einer Probefläche des BDM Thurgau

Eingezeichnet ist ein Erhebungstransect für Pflanzen und Tagfalter von 2,5 km Länge (rot gepunktet). Die Artaufnahmen werden jeweils den Hauptnutzungstypen zugeordnet.



Quelle: BDM Thurgau, Kartengrundlage aus dem ThurGIS des Amtes für Geoinformation

(Abb. 28). Durch das aufeinander abgestimmte Stichprobendesign und die fast identische Aufnahmemethodik wie im BDM Schweiz können die Daten aus dem Kanton Thurgau mit den Werten des Schweizer Mittellands verglichen werden und auch vertiefte Analysen unter Verwendung der Daten weiterer Programme sind möglich.

Mit den Daten des BDM Thurgau können folgende Aussagen gemacht werden:

- Entwicklung der Artenvielfalt auf Ebene Landschaft und Vergleich mit gesamtschweizerischen Entwicklungstendenzen;
- Entwicklung der Artenvielfalt in den wichtigsten Hauptnutzungstypen Wald, Siedlungsfläche und landwirtschaftlich genutztes Kulturland, wobei letzteres aufgeteilt wird in Gebiete mit Vernetzungsfunktion (Vernetzungskorridore) und übriges landwirtschaftlich genutztes Kulturland gemäss kantonalem Landschaftsentwicklungskonzept.

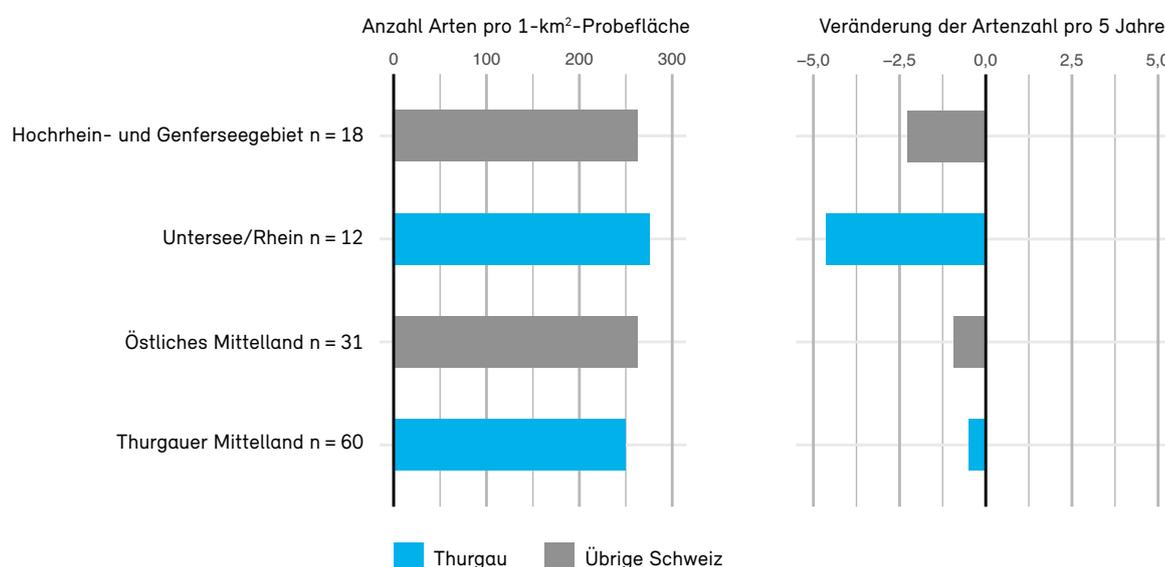
6.2.3 Konkrete Beispiele von Datenauswertungen

Dank der Aufnahmemethodik, die speziell an die Bedürfnisse des Kantons Thurgau angepasst worden ist, lassen sich die Artenzahlen jeweils einem Hauptnutzungstyp zuordnen. So ist es zum Beispiel möglich, landwirtschaftlich genutzte Gebiete mit Vernetzungsfunktion mit

dem übrigen Kulturland zu vergleichen. In Tabelle 6 werden die aktuellsten Artenzahlen der Aufnahmeperiode 2014–2018 denen der Ausgangserhebung 2009–2012 gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass alle drei Artengruppen (Gefässpflanzen, Brutvögel, Tagfalter) in Gebieten mit Vernetzungsfunktion höhere mittlere Artenzahlen aufweisen als im übrigen Kulturland. Bei den Veränderungen fallen die tendenziell höheren Artenzahlen bei den Brutvögeln und Tagfaltern in der Zweiterhebung auf.

Die Aufnahmemethodik erlaubt auch einen Vergleich der Artenzahlen im Thurgau mit ähnlichen Landschaften im Schweizer Mittelland. Für Gefässpflanzen beispielsweise finden sich im Thurgauer Hochrheingebiet im Durchschnitt mehr Arten pro 1-km²-Probeflächen als im östlichen Mittelland, während die Artenvielfalt im restlichen Thurgau leicht tiefer ist als in vergleichbaren Regionen der Schweiz (Abb. 29).

Abb. 29: Mittlere Artenzahlen für Gefässpflanzen in den biogeografischen Regionen des Thurgaus im Vergleich zum Schweizer Mittelland (links) und Veränderung der Artenzahlen zwischen den Erhebungen von 2009–2012 und 2013–2017 (rechts).



Tab. 6: Veränderung der Artenzahl von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern zwischen der ersten (2009–2012) und der zweiten Erhebungsperiode (2014–2018) des BDM Thurgau

Angegeben sind die mittleren Artenzahlen (MAZ) aufgeschlüsselt nach Hauptnutzungstypen. n bezeichnet die Anzahl der bearbeiteten Probeflächen. Die Artenzahlen sind für die unterschiedliche Länge der Transektabschnitte korrigiert.

Artenvielfalt im Thurgau	Hauptnutzungstypen	n	Differenz MAZ	MAZ 2009–2012	MAZ 2014–2018	Trend
Gefässpflanzen	Ganzer Kanton	72	-0,9	253,9	253,0	=
	Wald	56	-4,6	242,5	238,1	=
	Landwirtschaft mit Vernetzungsfunktion	60	1,3	200,0	200,6	=
	Landwirtschaft ohne Vernetzungsfunktion	56	-0,8	196,5	196,0	=
	Bauzone	45	1,9	262,3	264,5	=
Brutvögel	Ganzer Kanton	72	2,1	36,5	38,6	+
	Wald	68	0,7	39,1	40,1	=
	Landwirtschaft mit Vernetzungsfunktion	65	1,2	37,0	38,6	=
	Landwirtschaft ohne Vernetzungsfunktion	64	0,8	27,9	28,7	=
	Bauzone	53	-1,9	29,4	27,4	=
Tagfalter	Ganzer Kanton	72	2,3	20,5	22,8	+
	Wald	56	0,1	22,3	22,8	=
	Landwirtschaft mit Vernetzungsfunktion	60	1,7	26,0	27,8	+
	Landwirtschaft ohne Vernetzungsfunktion	56	0,7	17,5	18,6	=
	Bauzone	45	0,8	16,3	17,4	=

6.3 Biodiversitätsmonitoring auf Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen des Bundes (BDM VBS)

6.3.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Dauerbeobachtung der Artenvielfalt auf den Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen des Bundes mit dem Ziel, die Biodiversität zu beschreiben, mit der übrigen («zivilen») Schweiz zu vergleichen und Entwicklungen langfristig zu dokumentieren.
- Design der Erhebung: Das Monitoring wird auf 26 grösseren Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen (kurz: VBS-Arealen) durchgeführt und umfasst zwei Module:
 - «Artenvielfalt in Landschaften»: Erhebung der Brutvögel auf total 34 Probeflächen à je 1 km², Erhebung gestaffelt im Turnus von 2 Jahren nach Methodik des MHB (vgl. Kap. 3.3)
 - «Artenvielfalt in Lebensräumen»: Erhebung der Gefässpflanzen auf 289 Probeflächen à je 10 m² im landwirtschaftlich genutzten Grünland (inkl. Flachmoore und Trockenwiesen und -weiden), Erhebung gestaffelt im Turnus von 5 Jahren gemäss der Methodik des BDM Schweiz (vgl. Kap. 3.1) inkl. der Schätzung des Deckungsgrades pro Art
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (2012), Gefässpflanzen (2012)

Literatur:

- Bühler C., Schlup B., Huwyler S. 2011: Überwachen der Artenvielfalt auf den Schiess- und Waffenplätzen des Bundes. Erhebungskonzept, ergänzte Berichtversion. Bericht der Hintermann & Weber AG im Auftrag von armasuisse Immobilien, KOMZ Natur.
- Külling D. 2017: Vorbildlicher Schutz und Förderung der Biodiversität auf aktiv genutzten Arealen des Bundes. N+L Inside der KBNL 3: 28 – 32.
- Trägerschaft/Finanzierung: KOMZ Natur, armasuisse Immobilien

Kontakt:

KOMZ Natur, armasuisse Immobilien,
info.immobilien@ar.admin.ch

6.3.2 Beschrieb des Programms

Das Biodiversitätsmonitoring auf VBS-Arealen hat zum Ziel, folgende Fragen zu beantworten:

- Sind VBS-Areale in ihrer Gesamtheit für schweizerische Verhältnisse überdurchschnittlich reich an Brutvogel- und Gefässpflanzenarten?
- Wie entwickelt sich die Biodiversität auf VBS-Arealen insgesamt im Vergleich zur übrigen Schweiz?
- Wie ist die Qualität des Grünlands auf den VBS-Arealen im Vergleich mit dem schweizerischen Durchschnitt einzuordnen?
- Entwickelt sich die Qualität der besonders wertvollen, nach Bundesrecht (NHG) schützenswerten Grünland-Habitate auf VBS-Arealen positiver als im Grünland der «zivilen» Schweiz?

Das Biodiversitätsmonitoring auf VBS-Arealen wurde in enger Anlehnung an das BDM Schweiz konzipiert, um einen direkten Vergleich der VBS-Areale mit der übrigen Schweiz zu ermöglichen. Für das Modul «Artenvielfalt in Landschaften» wurden die Brutvögel ausgewählt, weil diese taxonomische Gruppe die strukturelle Vielfalt einer Landschaft gut anzeigt. Die Aufnahmen erfolgen auf einer für das gesamte VBS-Areal repräsentativen Zufallsstichprobe von Probeflächen, verteilt über 26 VBS-Areale. Als Vergleichsstichprobe dienen 165 BDM-/MHB-Flächen, die denselben Auswahlkriterien genügen wie die VBS-Stichprobe.

Im Modul «Artenvielfalt in Lebensräumen» werden die Gefässpflanzen erhoben, um die Qualität des landwirtschaftlich genutzten Grünlandes (inkl. Flachmoore und Trockenwiesen und -weiden) zu beschreiben. Dazu wurden zwei verschiedene Stichproben definiert: Zum einen eine Stichprobe mit zufällig ermittelter Lage der Probeflächen innerhalb des gesamten Grünlandes auf VBS-Arealen. Zum anderen eine Stichprobe, die zwar ebenfalls zufällig festgelegt wurde, sich aber auf qualitativ hochwertiges Grünland beschränkt (schützenswerte Grünland-Biototypen gemäss Anhang 1 NHV). Letztere stellt sicher, dass auch die qualitativ besten Grünland-Biotope der VBS-Areale durch das Monitoring erfasst sind. Als Vergleichsstichprobe dienen ebenfalls Daten aus dem BDM Schweiz.

Mit den Daten des Biodiversitätsmonitoring auf VBS-Arealen werden folgende Themen untersucht:

- Artenreichtum von Brutvögeln und Gefässpflanzen.
 Kennzahlen: Mittlere Artenzahl pro Probefläche, mitt-

lere Anzahl Arten ausgewählter Artengruppen pro Probefläche (Arten der Roten Listen inkl. Status «Near Threatened» und Arten gemäss der Liste «Umweltziele Landwirtschaft» [UZL]) sowie mittlere Anzahl seltener Arten pro Probefläche (definiert als Arten, die auf weniger als 3 % aller Probeflächen des entsprechenden Messnetzes des BDM Schweiz vorkommen).

- Qualität des Grünlandes: Anteil von qualitativ hochwertigem Grünland am Total aller Probeflächen und Anteil besonders trockener oder feuchter Biotope.
- Entwicklung des Artenreichtums und des Anteils wertvoller Grünlandflächen über die Zeit.

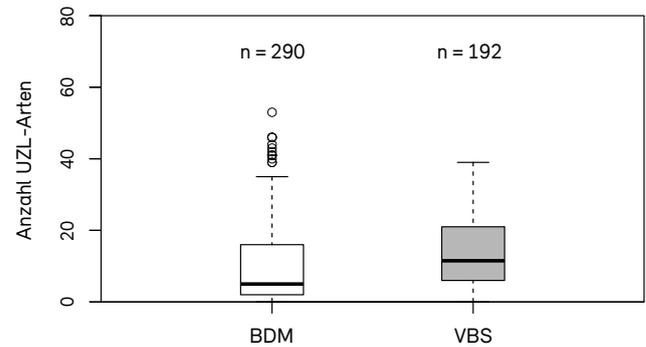
6.3.3 Konkrete Beispiele von Datenauswertungen

Die Auswertung der Artenvielfalt der Gefässpflanzen zeigt, dass die mittlere Artenzahl pro Probefläche auf dem VBS-Areal signifikant tiefer ist als in der Vergleichsstichprobe (Tab. 7). Wird hingegen der Artenreichtum ausgewählter Artengruppen betrachtet, ergibt sich ein anderes Bild: Die mittlere Anzahl UZL-Arten pro Probefläche ist höher als im Grünland der restlichen Schweiz (Abb. 30). Sie liegt auf VBS-Arealen im Mittel um 27 % über dem Wert der Vergleichsstichprobe (13.7 vs. 10.8

Arten). Auf der Stichprobe der Probeflächen mit schützenswerten Grünland-Biototypen besteht sogar rund die Hälfte der Artengemeinschaft einer Probefläche aus UZL-Arten (52 %). Auch bei den Brutvögeln finden sich ähnliche Muster bezüglich Unterschiede in der Artenvielfalt zwischen VBS-Arealen und der restlichen Schweiz (Tab. 7).

Abb. 30: Mittlere Anzahl UZL-Arten pro Probefläche in der Vergleichsstichprobe BDM Schweiz (links) und auf VBS-Arealen (rechts)

n gibt die Anzahl der für die Analyse berücksichtigten Probeflächen an.



Quelle: BDM VBS

Tab. 7: Vergleich zwischen VBS-Arealen und restlicher Schweiz (Vergleichsstichprobe) bezüglich ausgewählter Kennzahlen zur Artenvielfalt von Brutvögeln und Gefässpflanzen

Angegeben sind Mittelwerte, 95%-Vertrauensbereiche der Mittelwerte (VB) und der Stichprobenumfang (*n*) von Stichproben aus 1 km² grossen Probeflächen (Brutvögel) bzw. 10 m² grossen Probeflächen (Gefässpflanzen). Der «p-Wert für Δ» gibt an, ob der Unterschied zwischen den Mittelwerten von VBS und der Vergleichsstichprobe signifikant ist. Datengrundlage: VBS-Monitoring 2017–2018 (Brutvögel) bzw. 2014–2018 (Gefässpflanzen). Datenquelle für die BDM-Vergleichsstichprobe: BDM Schweiz (BAFU) und Monitoring häufige Brutvögel MHB (Schweizerische Vogelwarte Sempach).

	BDM Mittelwert	VB	n	VBS Mittelwert	VB	n	p-Wert für Δ
Modul «Artenvielfalt in Landschaften»: Brutvögel							
Artenzahl Total	39,5	1,0	165	40,4	4,4	34	0,681
Anzahl Rote Liste-Arten	4,4	0,3	165	6,1	1,1	34	0,003
Anzahl UZL-Arten	7,6	0,3	165	9,2	1,4	34	0,035
Anzahl seltene Arten	1,5	0,2	165	2,0	0,6	34	0,069
Anteil seltene Arten (%)	3,7	0,5	165	5,0	1,5	34	0,098
Modul «Artenvielfalt in Lebensräumen»: Gefässpflanzen							
Artenzahl Total	36,4	1,7	290	32,8	1,9	192	0,005
Anzahl Rote Liste-Arten	0,1	0,1	290	0,4	0,1	192	<0,001
Anzahl UZL-Arten	10,8	1,4	290	13,7	1,4	192	0,004
Anzahl seltene Arten	1,6	0,3	290	2,9	0,5	192	<0,001
Anteil seltene Arten (%)	3,7	0,7	290	8,6	1,4	192	<0,001

6.4 Überwachung der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung im Kanton Genf

6.4.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Wirkungskontrolle in den Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung (IANB-Objekte) im Kanton Genf
- Design der Erhebung: Für jedes IANB-Objekt wird alle 5 Jahre eine Aufnahme gemacht, die Methodik richtet sich nach dem Standardprotokoll von info fauna karch.
- Taxonomische Gruppen und Beginn von Aufnahmen: Amphibien (2008)
- Literatur: Jahresberichte, auf der Website der KARCH-GE verfügbar (seit 2013)
- Weblink: www.karch-ge.ch > Projets > Suivi Obats
- Trägerschaft/Finanzierung: Service de la Biodiversité du Canton de Genève

Kontakt:

KARCH-GE, amphibiens@karch-ge.ch
Service de la Biodiversité du Canton de Genève,
info-service@etat.ge.ch

6.4.2 Beschrieb des Programms

In Genf gibt es 21 Amphibienlaichgebiete, die im Inventar der Amphibienlaichgebiete von Nationaler Bedeutung IANB erfasst sind (Stand seit 2017). Die Überwachung der Amphibienpopulationen in diesen Gebieten wird seit rund zehn Jahren von der KARCH-GE, einem auf die Erforschung und den Schutz von Amphibien und Reptilien im Kanton Genf spezialisierten Verein, durchgeführt.

Das Ziel der Wirkungskontrolle ist es, den Verantwortlichen der Naturschutzgebiete, welche oftmals durch den Kanton oder Pro Natura verwaltet werden, die notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen, um gewährleisten, dass die Amphibienpopulationen erhalten und gefördert werden. Die Wirkungskontrolle sieht vor, jeden Standort alle 5 Jahre zu untersuchen nach einem Protokoll, das sich am Standard «IANB/WBS» von info fau-

Tab. 8: Entwicklung der Amphibienpopulationen im IANB-Objekt GE19 Pointe-à-la-Bise basierend auf den Erhebungen der kantonalen Wirkungskontrolle

Die Populationsschätzungen in den Jahren 2001 und 2008 wurden nach der Methodik von Grossenbacher (1988) durchgeführt.

Art	Historisches Vorkommen	2001*	2003	2008*	2015
Grasfrosch <i>Rana temporaria temporaria</i>	+	100–400	?	1–40	0
Springfrosch <i>Rana dalmatina</i>	letzte Beobachtung 1987	0	0	0	0
Erdkröte <i>Bufo bufo</i>	+	6–50	~150	51–200	10
Bergmolch <i>Ichthyosaura alpestris</i>	+	11–40	~1000	11–40	5–80
Fadenmolch <i>Lissotriton helveticus</i>	letzte Beobachtung 1987	0	0	0	0
Gelbbauchunke <i>Bombina variegata variegata</i>	letzte Beobachtung 1979	0	0	0	0
Wasserfrosch-Komplex <i>Pelophylax sp.</i>	+	1–5	häufig	31–100	50–100
Italienischer Kammmolch <i>Triturus carnifex</i>	+	4–10	~500	> 15	30–100

Interpretation der Tendenzen:

Zunehmend
 Stabil
 Abnehmend
 Art verschwunden

na karch orientiert (vgl. Kap. 3.2). Die Anpassungen der Methodik bestehen darin, dass fünf statt nur vier Begehungen in der Nacht gemacht werden, dass die Zeit für die Begehungen nicht beschränkt wird und dass während der ganzen Nacht Fallen gestellt werden können. Damit soll die Entdeckungswahrscheinlichkeit für Arten, die nur in geringer Dichte vorkommen, erhöht werden. Befinden sich in der Nähe eines Standortes Amphibiendurchlässe, werden diese ebenfalls in die Überwachung integriert.

So werden im Rahmen des KARCH-GE-Mandats jedes Jahr 4 bis 5 Standorte untersucht. Die Ergebnisse werden in einem jährlich erscheinenden Bericht veröffentlicht. Dieser enthält für jedes Gebiet einen Beschrieb des Standorts und der Massnahmen, die zur Förderung der Amphibien getroffen wurden, die Ergebnisse der Erhebungen mit einer Schätzung der Populationsgrösse, eine Analyse der Vernetzung des jeweiligen Standortes, eine Prognose der Populationsentwicklung sowie eine Bewertung der durchgeführten Unterhaltsmassnahmen und Empfehlungen für die zukünftige Bewirtschaftung. Die Wirkungskontrolle dient als Grundlage, um die Pflegepläne für die Naturschutzgebiete zu aktualisieren. In dringenden Fällen werden die Empfehlungen aber sofort umgesetzt, unabhängig vom Planungsstand der Pflegepläne.

Dank des standardisierten Vorgehens können lokal festgestellte Veränderungen auch in einen grösseren Zusammenhang gestellt und mit nationalen Trends verglichen werden.

6.4.3 Konkretes Beispiel einer Datenauswertung

Durch die Wirkungskontrolle wurden im Jahr 2015 starke Rückgänge bei den Amphibienpopulationen an den Standorten GE14 Moulin de Vert und GE19 Pointe-à-la-Bise festgestellt (Tab. 8). Dies führte dazu, dass in Moulin de Vert als Sofortmassnahme bereits im darauffolgenden Jahr neue Teiche angelegt wurden.

Beim IANB-Objekt GE19 Pointe-à-la-Bise handelt es sich um ein kleines Naturschutzgebiet, das von Pro Natura Genf verwaltet wird. Es ist ein kleiner Fleck Natur am Ufer des Genfersees, eingeschlossen von einem Villenquartier und zunehmend überbauten Gebieten. Der beobachtete Rückgang der einheimischen Amphibienarten lässt sich erklären durch die zunehmende Fragmentierung der

Landlebensräume, das erhöhte Vorkommen von Fischen in den Weihern sowie das Auftreten invasiver Arten, darunter der Wasserfrosch (*Pelophylax sp.*) und der Italienische Kammmolch (*Triturus carnifex*). Im Jahr 2018 wurden in Point-à-la-Bise umfangreichere Renaturierungsarbeiten durchgeführt, nach mehreren Jahren der Planung der Massnahmen und der Beschaffung von finanziellen Mitteln. Durch die Neugestaltung und das Ausfischen der Fortpflanzungsgewässer dürfte sich die Situation etwas entschärfen, die Massnahmen können aber den Verlust an grossflächigen Lebensräumen und insbesondere die fehlende Vernetzung mit ausserhalb der Schutzgebiete gelegenen Landlebensräumen nicht ganz auffangen.

Die Wirkung der Massnahmen in Moulin de Vert und Pointe-à-la-Bise wird erst in einigen Jahren sichtbar sein, weil eine Amphibiengeneration rund drei Jahre braucht. Im Rahmen der Wirkungskontrolle wird die Entwicklung der Populationen aber weiter überwacht werden.

6.5 Avimonitoring Kanton Zürich

6.5.1 Steckbrief

- Kurzbeschreibung: Erhebung der Brutvögel im Kanton Zürich mit dem Ziel, Bestandsveränderungen sowohl in der «Normallandschaft», in Schutzgebieten und bei Brutstandorten ausgewählter Arten zu erfassen und wichtige Erkenntnisse für den praktischen Naturschutz zu gewinnen. Von 1975 bis 1992 lief das Programm unter dem Namen «Ornithologisches Inventar Kanton Zürich».
- Design der Erhebung: Jährliche Erfassung auf 3 Beobachtungsnetzen:
 - Beobachtungsnetz Schutzgebiete: standardisierte Revierkartierung aller Brutvogelreviere in 14 Schutzgebieten (seit 1975), die Ergebnisse werden vom Monitoring Brutvögel in Feuchtgebieten der Schweizerischen Vogelwarte Sempach übernommen (vgl. Kap. 3.3)
 - Beobachtungsnetz Landschaftsräume: Transektzählung der Brutvogelbestände in 91 naturräumlichen Probeflächen von ca. 50 ha Grösse (seit 1986)
 - Beobachtungsnetz Fokusarten: Zählung der Brutstandorte naturschutzrelevanter Arten (seit 1975)
- Taxonomische Gruppen und Beginn der Aufnahmen: Brutvögel (1975 bzw. 1986)

Literatur:

- Müller W., Schiess H., Weber A., Hirt F. 1977: Das Ornithologische Inventar des Kantons Zürich 1975/76, eine Bestandsaufnahme ornithologisch wertvoller Gebiete. Ornithologischer Beobachter 74: 111 – 122.
- Weggler M., Baumberger C., Widmer M., Schwarzenbach Y., Bänziger R. 2009: Zürcher Brutvogel-atlas 2008 – Aktuelle Brutvogelbestände im Kanton Zürich 2008 und Veränderungen seit 1988. ZVS/ BirdLife Zürich.

- **Weblinks:** www.avimonitoring.ch und www.birdlife-zuerich.ch/vogelfinder

- Trägerschaft/Finanzierung: BirdLife Zürich, mit Unterstützung der Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich und in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Gesellschaft für Vogelkunde und Vogelschutz Ala

(Reservatsbetreuung) und der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (Datenaustausch)

Kontakt:

BirdLife Zürich, geschaeftsfuehrung@birdlife-zuerich.ch
Orniplan AG, info@orniplan.ch

6.5.2 Beschrieb des Programms

Das Avimonitoring Kanton Zürich verfolgt folgende Ziele:

- Überwachung der Brutbestände der Feuchtgebietenarten gemäss der Liste der Schweizerischen Vogelwarte Sempach in 14 ornithologisch besonders wertvollen Schutzgebieten im Kanton Zürich als Grundlage für die Beurteilung von Schutz- und Pflegemassnahmen.
- Überwachung der Brutvogelbestände aller Vogelarten in den drei wichtigsten Hauptnutzungstypen Wald, Siedlung und landwirtschaftlich genutztes Kulturland, zur Beurteilung des Zustandes der Lebensräume in der «Normallandschaft».
- Inventar der Brutplätze besonders schutzwürdiger Arten (Gänsesäger, Kiebitz, Flussregenpfeifer, Hohltaube, Uferschwalbe, Dohle, Grauammer, etc.) als Grundlage für Artenförderungsmassnahmen. Die Auswahl der Arten erfolgt in Absprache mit der Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich.

Abhängig vom Beobachtungsnetz kommen folgende Methoden zu Anwendung:

- Beobachtungsnetz Schutzgebiete: 6-fach Revierkartierung zwischen April und anfangs Juli;
- Beobachtungsnetz Landschaftsräume: 5-fach Transektzählung auf stets denselben Transekten zwischen 20. März und 30. Juni;
- Beobachtungsnetz Fokusarten: Besetzungskontrolle traditioneller Brutplätze und Suche neuer Brutplätze in Verdachtsflächen und nach Gutdünken der Beobachter/-innen.

Seit Beginn der Erhebungen wurden die Methoden nicht verändert, so dass sehr lange Beobachtungsreihen aufgebaut werden können. Einige davon reichen bis ins Jahr 1975 zurück. Das Avimonitoring Kanton Zürich zählt somit zu den längsten, planmässig durchgeführten Bestandserhebungen von Tierpopulationen in der Schweiz. Sämtliche Feldarbeiten werden von jährlich rund 120 qualifizierten Freiwilligen geleistet, die v. a. in den

diversen Ausbildungskursen von BirdLife Zürich ausgebildet werden.

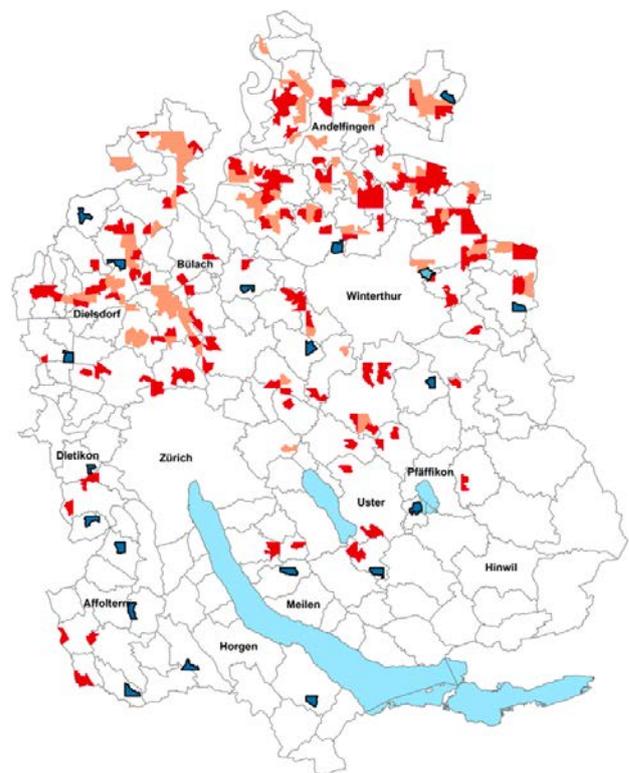
Mit den Daten des Avimonitorings können Aussagen gemacht werden, einerseits generell zu den Brutvogelbeständen in der «Normallandschaft», aufgeteilt nach Hauptnutzungstypen (Wald, Siedlungsfläche, Kulturland), und andererseits auch spezifisch zu den Beständen von Feuchtgebietsarten in den wichtigsten Schutzgebieten des Kantons Zürich. Mit dem Programm können ausserdem Angaben zu besonders schutzwürdigen Arten gewonnen werden, für die Artenförderungsprogramme laufen. Die Ergebnisse liefern wichtige Entscheidungshilfen für den praktischen Naturschutz, beispielsweise für die Ausgestaltung von Pflegemassnahmen oder die Planung von Artenförderungsprojekten.

6.5.3 Konkretes Beispiel einer Datenauswertung

Eine der durch das Avimonitoring untersuchten Fokuserarten ist die Feldlerche (*Alauda arvensis*). In einer Auswertung wurden die Bestandsgrösse und Verbreitung der Feldlerche im Jahr 2017 mit den Daten von 2008 und 1988 verglichen (Müller & Weggler 2018). Der Bestandsrückgang der Feldlerche ging im letzten Jahrzehnt unvermindert weiter, jährlich gehen weiterhin ca. 10% des Bestands verloren. Im Vergleich zu den nationalen Erhebungen ist der Rückgang im Kanton Zürich akzentuiert. Zwischen 2008 und 2017 sind insbesondere im Knonaer Amt, im Greifenseegebiet, im Raum Bülach-Embrachthal sowie im mittleren Tösstal Populationen erloschen (Abb. 31). Die Veränderung im Raum konnten exakt dargestellt werden, da im Avimonitoring 1988 und 2008 flächendeckende Vollerhebungen mit gleicher Methode stattgefunden haben, dies im Unterschied zu ähnlichen Projekten (MHB, Feldlerchenerfassung Kanton Aargau), wo Bestandsschätzungen basierend auf ausgewählten Test- bzw. Verdachtsflächen vorgenommen werden. Die genauen Kenntnisse der Veränderungsmuster über den ganzen Kanton erlauben es, Fördermassnahmen im Rahmen von Vernetzungsprojekten (Zielarten-Bestimmung, Massnahmenkatalog) oder anderen Programmen gezielt am richtigen Ort einzusetzen.

Abb. 31: Feldlerchenvorkommen (*Alauda arvensis*) im Kanton Zürich
Untersucht wurden 257 Landschaftsräume, die 1988 von Feldlerchen besiedelt waren. Dargestellt ist die Veränderung zwischen 2008 und 2017.

- Vorkommen erloschen
- Vorkommen bestätigt
- unbesiedelt, unverändert
- neu besiedelt
- Gegenstichprobe n = 20



Quelle: Avimonitoring Zürich

7 Entscheidungshilfe für die Planung

Monitorings und Wirkungskontrollen zur Biodiversität sind aufwändig. Eine sorgfältige Planung hilft, zu Beginn die richtigen Fragen zu stellen und so sicherzustellen, dass Synergien genutzt werden können und die Daten später auch die gewünschte Aussagekraft haben.

7.1 Vorgehen und grundsätzliche Fragen

Die vorliegende Publikation bezieht sich in erster Linie auf die Programmvereinbarungen «Naturschutz» zwischen dem BAFU und den Kantonen. Dabei unterstützt das BAFU in der Periode 2020–2024 kantonale Programme zu Monitoring und Wirkungskontrolle, die vorgegebene Qualitätsindikatoren erfüllen (BAFU 2018). Die Programme sollen zu einer Verdichtung der nationalen Messnetze führen oder Wirkungskontrollen zum Ziel haben, deren Daten sich am Schluss in eine nationale Übersicht integrieren lassen.

Folgende Fragen stehen bei Abklärungen für Monitorings und Wirkungskontrollen im Vordergrund:

1. Zu welchen Themen und Fragen werden Angaben benötigt? Hinter dieser Grundsatzfrage verbirgt sich die Herausforderung, Wünschenswertes vom Machbaren zu trennen. Biodiversität lässt sich nicht integral erfassen und je nach Kanton haben unterschiedliche Themen Priorität. Daten sollen vor allem dort erhoben werden, wo sie später einen wichtigen Beitrag bei der (politischen) Entscheidungsfindung leisten können.
2. Wie kann das Programm breit abgestützt werden? Es ist zu überlegen, inwieweit themenverwandte Fachstellen (z. B. Landwirtschaft, Wald, Raumplanung) ähnliche Informationsbedürfnisse haben und ob sich eine gemeinsame Abklärung und Planung bis hin zu einer gemeinsamen Finanzierung anbietet.
3. Lassen sich wichtige Informationen bereits aus bestehenden Programmen des Bundes gewinnen? Dabei ist vor allem zu prüfen, ob mit den vorhandenen Daten Rückschlüsse im benötigten Detaillierungsgrad möglich sind, die für eine grobe Beurteilung auf kantonaler Stufe ausreichen (vgl. Kap. 5.1).
4. Gibt es durch die Kombination verschiedener Datenquellen bereits ausreichende Analysemöglichkeiten?

Im Rahmen von verschiedenen Tätigkeiten werden heute zunehmend Daten gesammelt, zum Beispiel bei Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVB), Umweltbaubegleitungen, gezielten Förderprojekten, etc. Diese werden zwar nicht immer systematisch erhoben und/oder ausgewertet und oft stellen sich Fragen zur Datenqualität (vgl. Kap. 7.2). Zusammen mit den nationalen Programmen lassen sich daraus aber unter Umständen bereits wichtige Antworten ableiten (vgl. Kap. 5.2 und 5.3).

5. Besteht die Möglichkeit, Datenerhebungen aus einem der nationalen Programme zu ergänzen? Daten aus den vom Bund finanzierten Monitorings und Wirkungskontrollen stehen den Kantonen zur Verfügung. Durch eine gezielte Verdichtung der Erhebungen mit denselben Methoden kann die gewünschte räumliche Auflösung mit meist relativ geringen Zusatzkosten erzielt werden (vgl. Beispiele in Kap. 6).
6. Lassen sich Erhebungen methodisch mit Bundesprogrammen verknüpfen oder weiterentwickeln? Auch wenn keine Erhebungen nach bestehendem Erhebungsdesign geplant sind, kann es hilfreich sein, möglichst ähnliche Feld- und Labormethoden oder gleiche Artengruppen auszuwählen. Damit lässt sich später eine bessere Vergleichbarkeit der Daten sicherstellen. Bestehende Zeitreihen aus laufenden kantonalen Programmen lassen sich unter Umständen mit neuen statistischen Methoden gemeinsam analysieren, auch wenn das Aufnahmeverfahren nicht ganz identisch ist wie bei den Bundesprogrammen.

7.2 Erfolgsfaktoren

Monitorings und langfristige Wirkungskontrollen sind aufgrund der langen Laufzeiten kostspielig. Dementsprechend sorgfältig muss die Planung erfolgen, um den optimalen Nutzen zu erzielen. In Tabelle 9 sind deshalb im Sinne einer Checkliste Hinweise zu wichtigen Aspekten bei der Planung zusammengestellt. Weitere methodische Hinweise finden sich zum Beispiel in Goldsmith (1991), Vittoz & Guisan (2007), Milberg et al. (2008), Ross et al. (2010), Forum Biodiversität (2013), Koordinationsstelle BDM (2014), Burg et al. (2015), Kapfer et al. (2017) und Verheyen et al. (2018).

Tab. 9: Checkliste bei der Planung von Monitoring und Wirkungskontrolle

Zielvorgaben	
Welches sind die relevanten Messgrößen (z. B. taxonomische Gruppen wie Arten oder Artengruppen, Lebensräume, Strukturen oder auch Gensequenzen)?	Wenn immer möglich sollen direkte Indikatoren und nicht Hilfsgrößen verwendet werden, z. B. Arten erfassen anstatt aus Standortfaktoren Rückschlüsse auf mögliche Artvorkommen ziehen.
Geht es in erster Linie um eine (einmalige) Zustandserfassung oder interessiert die längerfristige Veränderung?	Um Veränderungen zu erfassen, reicht meist ein geringerer Stichprobenumfang aus während Zustandserfassungen mehr Aufnahmen erfordern und entsprechend teurer sind.
Wie wird bei Wirkungskontrollen der Erfolg definiert?	Bereits bei den Zieldefinitionen von Projekten ist darauf zu achten, dass der Zielzustand messbar ist. Wenn die Erreichung des Zielzustandes lange dauert, empfiehlt es sich, Zwischenziele zu bestimmen oder zumindest festzulegen, wie die längerfristige Entwicklung in die gewünschte Richtung verfolgt werden kann.
Welche Präzision ist bei den Messungen nötig, um später die Fragestellungen adäquat auswerten zu können?	Grundsätzlich werden bei den Aussagen immer eine hohe Präzision und eine gute räumliche Auflösung gewünscht. Dies kostet aber unter Umständen unnötig viel. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass mit den Messungen tatsächlich Entwicklungen zuverlässig und in der nötigen zeitlichen Auflösung aufgezeigt werden können (s. u.).
Zeitraumen	
Welche minimale zeitliche Auflösung (Erhebungsrhythmus) macht aus biologischer Sicht Sinn und welche ist zur Planung/Umsetzung von Massnahmen nötig?	Der Rhythmus bei wiederkehrenden Erhebungen in Monitorings oder langfristigen Wirkungskontrollen ist auf die biologischen Veränderungen auszurichten. Jährlich wiederholte Erhebungen an den gleichen Standorten sind oft nicht nötig. Gleichzeitig sollten aber die Abstände zwischen Erst- und Folgerhebungen kurz genug sein, um rechtzeitig Informationen als Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung stellen zu können. Dabei ist ein guter Kompromiss zu finden. Bei den meisten Bundesprogrammen sind Wiederholungen im 5- oder 6-Jahresrhythmus bestimmt worden. Dies ermöglicht immer noch die Etablierung eines Frühwarnsystems.
Welche Zeitdauer ist langfristig nötig, um verlässliche Angaben zu erhalten?	Der Wert eines Monitorings nimmt mit zunehmender Laufdauer zu. Entscheidend ist dabei, dass zufällige Schwankungen, z. B. infolge von Wetterextremen, vom längerfristigen Trend unterschieden werden können. Auch bei Wirkungskontrollen kann es angezeigt sein, das Erreichen und später das Erhalten des Zielzustandes längerfristig zu beobachten.
Methoden	
Welche Methoden sind ausreichend sensitiv?	Bevor ein Monitoring oder eine Wirkungskontrolle gestartet wird, muss die Methode ausreichend getestet worden sein. Vor allem bei Dauerbeobachtungsprogrammen sind grössere Anpassungen nachträglich nur noch schwierig möglich, ohne dass die Vergleichbarkeit mit vorgängigen Datenreihen gefährdet wird.
Wie reproduzierbar sind die Messungen?	Bei wiederholten Probenahmen ist es entscheidend, dass die Messungen reproduzierbar sind. Nebst dem Reduzieren der Einflüsse von Bearbeiter/-innen (s. u.) gehört auch dazu, dass bei Stichprobenerhebungen die exakt gleichen Untersuchungsflächen wieder aufgenommen werden. Es empfiehlt sich, die Lage der Flächen mithilfe technischer Hilfsmittel zu versichern (nicht nur GPS, sondern vor Ort z. B. mit im Boden versenkten Magneten, Standortskizzen, etc.).
Welche Standardisierungen sind zu beachten?	Um die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten zu garantieren, müssen die Methoden möglichst eng definiert werden. Beispielsweise sollen Vorgaben zu den Zeitfenstern gemacht werden, in denen – abhängig von der Höhenstufe – die Aufnahmen erfolgen müssen. Nach Möglichkeit sollen die Erhebungen nicht nur in wenigen Stichprobenjahren stattfinden, sondern verteilt über mehrere Jahre, so dass Einflüsse von Wetterextremen reduziert werden können. Auch die Vorgabe von Listen mit den taxonomischen Einheiten hilft für die Standardisierung (s. u. Datenqualität).

Sind die Methoden so wenig destruktiv als möglich?	Eine Beeinträchtigung der Untersuchungsflächen (z. B. das quantitative Sammeln von Organismen innerhalb der Untersuchungsfläche, wenn es auch ausserhalb möglich wäre) soll soweit möglich vermieden werden. Besonders im Hinblick auf Folgeerhebungen und aus Rücksicht auf andere Messungen, die in derselben Untersuchungsfläche stattfinden.
Sind die Methoden tatsächlich längerfristig anwendbar? Gibt es ausreichend Fachleute?	Die Anwendung der Methode darf nicht nur von sehr wenigen Fachpersonen oder von einer komplizierten Technik abhängig sein.
Erhebungsdesign und Datenqualität	
Wie gross muss die Stichprobe sein und wie wird sie bestimmt?	Das Bestimmen einer Stichprobengrösse, die repräsentativ für die Aussageeinheit ist, ist zentral für die spätere Aussagekraft und die Flexibilität bei neuen Fragen sowie bei der nachträglichen Definition von Straten (Gruppen). Bei der Erarbeitung des Erhebungsdesigns sind statistische wie auch biologische Überlegungen entscheidend. Der Beizug einer erfahrenen Fachperson, die beide Aspekte kennt, ist daher empfohlen.
Welche Zusatzdaten machen Sinn und in welchem Verhältnis stehen sie zu den zusätzlichen Kosten?	Kostenrelevant sind oft die Reisezeiten für die Probenahmen. Daher kann es sinnvoll sein, wenn die Feldmitarbeitenden gleichzeitig noch Zusatzdaten erheben, unter Umständen sogar für ein anderes Projekt. Allerdings darf der Aufwand dazu nicht zu hoch sein und nicht zu einer Ablenkung beim Erfassen der prioritären Daten führen.
Wird die Datenqualität überprüft?	Auch die beste Methode führt zu Abweichungen. Systematische Fehler müssen möglichst konstant gehalten bzw. die Abweichungen müssen quantifiziert werden können. Nur so können echte Veränderungen gemessen werden. Dies setzt eine angemessene Qualitätskontrolle (z. B. Doppelaufnahmen bei einer gewissen Anzahl Messflächen) bei den Erhebungen voraus.
Sind die Methoden möglichst robust gegenüber Mitarbeitereinflüssen?	Verschiedene Personen erzielen auch bei einer hohen Standardisierung der Methode nicht immer die gleichen Ergebnisse. Deshalb müssen die Bearbeitereffekte permanent überprüft (z. B. Doppelaufnahmen) und möglichst gering gehalten werden (z. B. durch regelmässige Weiterbildung und Eichung des Feldteams). Dazu tragen auch entsprechende Werkzeuge bei der Erhebung bei, z. B. ein Software-basiertes Expertensystem mit Rückfragen bei unklaren/widersprüchlichen Eingaben. Dem einzelnen Mitarbeiter bzw. der einzelnen Mitarbeiterin darf bei der Datenerhebung nur sehr wenig Ermessensspielraum zugestanden werden.
Sind Rohdatenerhebung und Datenspeicherung möglichst unabhängig von einer allfälligen Bewertung?	Bei Langfristprojekten ist davon auszugehen, dass der Wert, der einer Art oder einem Lebensraum zuerkannt wird, sich im Laufe der Zeit ändern kann. Daher soll die Vorselektion bei Arterfassungen so gering wie möglich gehalten werden (z. B. keine Reduktion auf heutige Zielarten), insbesondere in einem Monitoring. Auch die Datenspeicherung sollte soweit als möglich wertfrei erfolgen. Erst im Rahmen der Auswertungen sind dann die Bewertungen einzubringen.
Sind die gemessenen Werte an den Erhebungsstandorten unbeeinflusst?	Die Untersuchungsflächen müssen repräsentativ für die zu messenden Merkmale sein und dies vor allem auch bleiben. Ein bewusstes Schonen oder gar eine gezielte Förderung von Arten und Lebensräumen, weil durch die Erhebungen interessante Naturwerte gefunden wurden, darf nicht erfolgen (Monitoringeffekt). Ansonsten muss die betroffene Fläche in der Stichprobe ersetzt werden. Es empfiehlt sich deshalb, die genaue Lage der Stichprobenflächen nur so weit nötig gegenüber Dritten offen zu legen.
Werden Abweichungen und methodische Anpassungen dokumentiert?	Trotz umfangreichen Testphasen vor dem Start von Monitorings und Wirkungskontrollen sind im Laufe der Messungen geringe methodische Anpassungen unausweichlich. Diese müssen gut dokumentiert und mit Hinweisen in Datenbanken verlinkt werden.
Sind die Datenformate so festgelegt, dass der Datenaustausch problemlos funktioniert?	Die erhobenen Daten sollen später über die Datenzentren (vgl. Kap. 4.2) einem erweiterten Kreis von Nutzer/-innen zugänglich gemacht werden. Die Art der Datenspeicherung und des Datenaustauschs sollen deshalb frühzeitig geklärt werden.

8 Quellen

- BAFU (Hrsg.) 2017: Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung. Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität, Stand 2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1630: 60 S.
- BAFU (Hrsg.) 2018: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 – 2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1817: 294 S.
- Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 0701: 43 S.
- Brändli U.-B., Bühler C., Zangger A. 2007: Waldindikatoren zur Artenvielfalt – Erkenntnisse aus LFI und BDM Schweiz. Schweiz. Zeitschrift f. Forstwesen 8: 243 – 254.
- Burg S., Rixen C., Stöckli V., Wipf S. 2015: Observation bias and its causes in botanical surveys on high-alpine summits. *Journal of Vegetation Science* 26: 191 – 200.
- BUWAL (Hrsg.) 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Ökormorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27.
- Delarze R., Gonseth Y. 2008: Lebensräume der Schweiz. Ott Verlag, Bern. 424 S.
- Forum Biodiversität Schweiz 2013: Biodiversität messen. HOTSPOT 28; 28 S.
- Goldsmith F. B. (Hrsg.) 1991: *Monitoring for Conservation and Ecology*. Chapman and Hall. 275 S.
- Grossenbacher K. 1988: Populationsgrössen-Kategorien nach dem «Verbreitungsatlas der Amphibien der Schweiz», *Documenta Faunistica Helvetiae* 7.
- Hürlimann J., Niederhauser P. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselalgen Stufe F. Bundesamt für Umwelt Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 0740: 130 S.
- InfoSpecies 2019: Richtlinien betreffend Eigentum, Weitergabe und Verwendung von Beobachtungsdaten. Abrufbar unter www.infospecies.ch/de/assets/content/documents/2019_Deontologie_InfoSpecies_D.pdf
- Känel B., Michel C., Reichert P. 2017: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrophyten-Stufe F (flächendeckend) und Stufe S (systembezogen). Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Bern. 119 S.
- Kapfer J., Hédl R., Jurasinski G., Kopecky M., Schei F. H., Grytnes J. A. 2017: Resurveying historical vegetation data – opportunities and challenges. *Applied Vegetation Science* 20: 164 – 171.
- Kéry M., Royle J. A., Schmid H. 2005: Modeling avian abundance from replicated counts using binomial mixture models. *Ecological Applications* 15: 1450 – 1461.
- Kéry M., Royle J. A. 2008: Hierarchical Bayes estimation of species richness and occupancy in spatially replicated surveys. *Journal of Applied Ecology* 45: 589 – 598.
- Kéry M., Royle J. A. 2016: *Applied hierarchical modeling in ecology – Modeling distribution, abundance and species richness using R and BUGS*. Volume 1: Prelude and Static Models. Elsevier/Academic Press.
- Knaus P., Antoniazza S., Wechsler S., Guélat J., Kéry M., Strebel N., Sattler T. 2018: Schweizer Brutvogelatlas 2013 – 2016. Verbreitung und Bestandsentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Koordinationsstelle BDM 2014: Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Beschreibung der Methoden und Indikatoren. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1410: 104 S.

- Leib V. 2015a: Makrozoobenthos in kleinen Fließgewässern – Schweizweite Auswertung. Studie des Amtes für Umwelt und Energie St.Gallen im Auftrag des BAFU.
- Leib V. 2015b: Biologischer Zustand kleiner Fließgewässer. AQUA & GAS 4: 66 – 75.
- Liechti P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1005: 44 S.
- Maurer R., Marti F. 1999: Begriffsbildung zur Erfolgskontrolle im Natur- und Landschaftsschutz. Empfehlungen. Reihe Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 31 S.
- Meuli R. G., Wächter D., Schwab P., Kohli L., Zimmermann R. 2017: Connecting biodiversity monitoring with soil inventory information – A Swiss case study. BGS Bulletin 38: 65 – 69.
- Milberg P., Bergstedt J., Fridman J., Odell G., Westerberg L. 2008: Observer bias and random variation in vegetation monitoring data. *Journal of Vegetation Science* 19: 633 – 644.
- Müller M., Weggler M 2018: Bestandsentwicklung der Feldlerche *Alauda arvensis* 2008 – 2017 im Kanton Zürich. *Ornithol. Beob.* 115: 49 – 58.
- Pannekoek J 2001: Trends & indices for monitoring data. TRIM 3 Manual, www.ebcc.info/trim/
- Plattner M., Reutimann S., Roth T., Zangger A. 2014: Zustand und Entwicklung der Biodiversität im Kanton Bern. Überwachen der Artenvielfalt im Kanton Bern anhand bestehender Datengrundlagen. Konzeptstudie der Hintermann & Weber AG im Auftrag des Amtes für Landwirtschaft und Natur, Abteilung Naturförderung des Kantons Bern.
- Ross L. C., Woodin S. J., Hester A., Thompson D. B., Birks H. J. B. 2010: How important is plot relocation accuracy when interpreting re-visitation studies of vegetation change? *Plant Ecology & Diversity* 3: 1 – 8.
- Roth T., Plattner M., Strebel N. 2014: Kombination von Monitoringdaten. Technischer Bericht des BDM. 24 S.
- Schager E., Peter A. 2004: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz 44: 63 S.
- Schmid H., Zbinden N., Keller V. (2004): Überwachung der Bestandsentwicklung häufiger Brutvögel in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte, Sempach: 24 S.
- Soldaat L. L., Pannekoek J., Verweij R. J. T., van Turnhout C. A. M., van Strien A. J. 2017: A Monte Carlo method to account for sampling error in multi-species indicators. In: *Ecological Indicators* 81, S. 340 – 347. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X17302881>
- Strahm I., Munz N., Leu C., Wittmer I., Stamm C. 2013: Landnutzung entlang des Gewässernetzes – Quellen für Mikroverunreinigungen. AQUA & GAS 5: 36 – 44.
- Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- van Strien, A. J., van Swaay, C. A. M., Termaat, T. 2013: Opportunistic citizen science data of animal species produce reliable estimates of distribution trends if analysed with occupancy models. *Journal of Applied Ecology* 50: 1450 – 1458.
- Verheyen K., Bazany M., Checko E. et al. 2018: Observer and relocation errors matter in resurveys of historical vegetation plots. *Journal of Vegetation Science* 29: 812 – 823.
- Vittoz P., Guisan A. 2007: How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple observers. *Journal of Vegetation Science* 18: 413 – 422.