

# HOTSPOT

Die Zeitschrift des Forums Biodiversität Schweiz

## Biodiversität überwachen

**MONITORING-  
LANDSCHAFT SCHWEIZ**

**VOM MESSPUNKT  
ZUR POLITIK**

**NEUE METHODEN  
FÜR MONITORINGS**

**IMPRESSUM****HOTSPOT**

**Die Zeitschrift  
des Forums Biodiversität Schweiz  
46 | 2022**

**Herausgeberin**

Forum Biodiversität Schweiz • Akademie  
der Naturwissenschaften (SCNAT)  
Laupenstrasse 7 • Postfach • CH-3001 Bern  
Tel. +41 (0)31 306 93 40 • biodiversity@  
scnat.ch • biodiversity.scnat.ch

**Redaktion**

Jodok Guntern, Gregor Klaus,  
Danièle Martinoli, Daniela Pauli

**Übersetzung:** Irene Bisang, Zürich,  
Seiten 2, 12, 14, 15, 18

**Gestaltung/Satz:** Esther Schreier, Basel  
**Druck:** Print Media Works, Schopfheim im  
Wiesental (D). Papier: Circle Volume 100 g/  
m<sup>2</sup>, 100 % Recycling

**Auflage:** 3400 Expl. Deutsch, 1000 Expl. Fran-  
zösisch

Das Forum Biodiversität ist das wissen-  
schaftliche Kompetenzzentrum für die Bio-  
diversität und ihre Ökosystemleistungen  
in der Schweiz. Es fördert den Dialog und  
die Zusammenarbeit zwischen Biodiver-  
sitätsforschung und Verwaltung, Politik,  
Wirtschaft und Gesellschaft. Die Zeitschrift  
HOTSPOT ist eines der Instrumente für  
diesen Austausch. Sie wird zweimal jährlich  
jeweils in einer deutschen und einer fran-  
zösischen Ausgabe publiziert.

Um das Wissen über Biodiversität allen  
Interessierten zugänglich zu machen,  
möchten wir den HOTSPOT gratis abgeben.  
Wir freuen uns über Unterstützungs-  
beiträge auf IBAN CH55 0079 0042 3555  
7275 8, Vermerk «Spende HOTSPOT».

Manuskripte unterliegen der redaktionellen  
Bearbeitung. Die Beiträge der Autorin-  
nen und Autoren müssen nicht mit der  
Meinung des Forums Biodiversität Schweiz  
übereinstimmen. Ein Nachdruck ist nur  
mit schriftlicher Erlaubnis der Redaktion  
gestattet.

© Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT,  
Bern, November 2022

**Alle Ausgaben von HOTSPOT stehen auf  
biodiversity.scnat.ch/hotspot als PDF zur  
Verfügung.**

**Titelseite**

Die Datenverwaltung und -auswertung  
ist ein unerlässlicher Teil der Arbeiten von  
Biodiversitätsmonitorings. Foto Beat Ernst,  
Basel

# Editorial



Die biologische Vielfalt gewährleistet zahlreiche Ökosystemleistungen, die für das Funktionieren unserer Gesellschaft entscheidend sind. Die agronomischen und industriellen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte haben der Biodiversität in der Schweiz zwar geschadet. Aber es wurden auch viele staatliche und private Initiativen lanciert, die diesem negativen Trend entgegenwirken und die Qualität und Quantität der Lebensräume für Arten verbessern wollen.

Biodiversitätsmonitoring-Programme informieren nicht nur über den Rückgang der biologischen Vielfalt. Ebenso lassen sich die positiven Auswirkungen der eingeleiteten Massnahmen verfolgen. In diesem Kontext ist ein robustes und langfristiges Monitoring von essenzieller Bedeutung, um Veränderungen gegenüber einem Referenzzustand deutlich zu machen. In der Schweiz verfügen wir seit mehr als zwei Jahrzehnten über qualitativ hochwertige Monitorings. Das Herzstück ist das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM, dem das beiliegende Sonderheft von HOTSPOT gewidmet ist.

Solche regelmässig erhobenen Daten sind unter anderem grundlegend für meine Forschung, bei der es darum geht, Indikatoren für den Zustand der Biodiversität mit Umweltveränderungen in Verbindung zu bringen. Allerdings sind das Monitoring und die verfügbaren Indikatoren in der Schweiz zeitlich und taxonomisch begrenzt. So werden Insekten – die Garanten einer Vielzahl von Ökosystemleistungen – von den aktuellen Monitorings relativ wenig erfasst. Das Monitoring der Biodiversität muss zeitlich, räumlich und taxonomisch ausgeweitet werden und auch die Funktionen, die die Arten im Ökosystem erfüllen, mit einbeziehen. Dies ist übrigens auch einer der Punkte, die das Forum Biodiversität in seinem vorgeschlagenen Programm für die Erhaltung und Förderung von Insekten in der Schweiz empfiehlt.

Neue Technologien machen es möglich, regelmässige Datenströme automatisiert zu sammeln, beispielsweise mittels Bioakustik oder Umwelt-DNA, was ein besseres Verständnis der Veränderungen der Biodiversität in Schweizer Landschaften verspricht. Eine intensivere Datenerhebung über zahlreichere Dimensionen hinweg reicht aber nicht aus. Diese komplexen Informationen müssen mithilfe von Indikatoren verdichtet werden. Und nicht zuletzt müssen sie mit einer wirksamen Kommunikation für lokale Interessensvertreter und Entscheidungsträgerinnen auf kantonaler und nationaler Ebene verknüpft werden und zu konkreten Massnahmen führen.

Ich wünsche Ihnen eine spannende und bereichernde Lektüre!

Prof. Dr. Loïc Pellissier

ETH Zürich und WSL, Vizepräsident des Forums Biodiversität Schweiz

# Biodiversität überwachen

- 4 **Monitoring der Biodiversität – eine (machbare) Herausforderung** | Leitartikel
- 6 **Vom Messpunkt zur Politikentscheidung – und wieder zurück** | Grafik
- 8 **Die Schweizer Monitoring-Landschaft zur Biodiversität** | BAFU
- 10 **«Ein Verhandlungstext gleicht einer Ziehharmonika»** | Interview
- 12 **Alle Daten zählen**
- 14 **Monitoring als Katalysator für Massnahmen**
- 15 **Grundprinzipien für das Erstellen und Kommunizieren von Indikatoren**
- 16 **Indikatoren zur Biodiversität richtig interpretieren**
- 18 **Wie wird ein Index relevant für die Politik?**
- 19 **Mit Szenarien die Zukunft greifbar machen**
- 20 **Neue Technologien mit grossem Potenzial**
- 22 **Mit Umwelt-DNA Biodiversität erfassen**
- 24 **Monitoring der genetischen Diversität nimmt Formen an**
- 26 **Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen in der Schweiz** | BLW
- 28 **Rote Listen in der Schweiz – eine Synthese** | BAFU
- 30 **Aktuelles aus dem Forum Biodiversität Schweiz**
- 32 **Die Grafik zur Biodiversität**

## Hinweis

Aus Platzgründen lagern wir die in den Artikeln zitierte Literatur in ein Dokument aus, das unter folgendem Link heruntergeladen werden kann.  
 > [biodiversity.scnat.ch/hotspot](https://biodiversity.scnat.ch/hotspot)



Foto Beat Ernst



Grafik Jael Klaus



Foto Beat Ernst



Foto Martin C. Fischer



Foto ProSpecieRara | Sava Bunčić

## LEITARTIKEL

# Monitoring der Biodiversität – eine (machbare) Herausforderung

VON GREGOR KLAUS UND JODOK GUNTERN

In der südöstlichsten Ecke des Wallis ist es wild und schön. Hier auf dem Gemeindegebiet von Zwischbergen liegt eine der 500 Messflächen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (siehe HOTSPOT-Sonderheft zum BDM 2022). Auf der 2,5 Kilometer langen Erhebungstrecke für Tagfalter wurden im Jahr 2021 fast 4400 Tagfalterindividuen gezählt – so viele wie sonst nirgends in der Schweiz. Auf einer der Begehungen fängt die Feldmitarbeiterin des BDM einen Zwergbläuling. Nachdem die Art bestimmt ist, wird dieser kleinste Tagfalter Mitteleuropas mit seinen weiss umrandeten Flügeln wieder in die Freiheit entlassen. Die Biologin protokolliert die Beobachtung per App mit GPS-Koordinaten. Was von der Begegnung Mensch-Tier bleibt, ist ein einzelner digitaler Datenpunkt mit räumlichen und zeitlichen Zusatzinformationen. Er ist Teil eines Datengeflechts, das immer grösser und dichter wird und ein immer schärferes Bild vom Zustand und der Entwicklung der Biodiversität liefert.

Der Zwergbläuling-Fund fliesst zunächst in die BDM-Datenbank, wo er zu zwei Indikatoren beiträgt (Artenvielfalt in Landschaften, Vielfalt von Artengemeinschaften). Auch bei Spezialauswertungen und wissenschaftlichen Projekten von Universitäten und Hochschulen ist er Teil des Datensatzes. Weil die BDM-Datenbank an die Datenbanken von info fauna und damit der GBIF-Datenbank (siehe S. 12) sowie der eBMS-Datenbank (European Butterfly Monitoring Scheme, siehe HOTSPOT-Sonderheft S. 38) angeschlossen ist, trägt der Zwergbläuling von Zwischbergen zu weiteren nationalen sowie internationalen Indikatoren und Forschungsprojekten bei. Dazu gehören der Schweizer und der europäische Tagfalterindex. Ob der Zwergbläuling aus dem Wallis auch zu UN-Indikatoren beitragen wird, hängt von den laufenden internationalen Verhandlungen zum neuen globalen Biodiversitäts-Rahmenwerk ab (siehe S. 10).

## Wertvolle Daten

Mit dem Nachweis und dem Beitrag zu mehreren Indikatoren, die aus einzelnen Messpunkten eine sichtbare Entwicklung machen (Box 1 und 2 in der Infografik S. 6 und 7), ist der Weg des Zwergbläulings noch nicht zu Ende. Werden Biodiversitätsveränderungen festgestellt, beginnt die Suche nach den Ursachen (Box 2). Dazu werden verschiedene Datensätze kombiniert, beispielsweise zur Artenvielfalt und zum Stickstoffeintrag. Es können zudem Szenarien und Prognosen erstellt werden (Box 3; siehe auch S. 19).

Ein wichtiger Schritt ist die Berichterstattung an Politik und Gesellschaft und die anschliessende Suche nach Massnahmen und Lösungen (Box 4; siehe auch S. 14). Politik und Gesellschaft wiederum kommunizieren ihre Bedürfnisse an die Wissenschaft und Verwaltung, die die Monitoringprogramme und Indikatoren bei Bedarf entsprechend anpassen. Anpassungen können sich auch aufgrund von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen ergeben, etwa wenn neue Methoden entwickelt werden, die ganz neue Aspekte der Biodiversität beleuchten können (siehe S. 20, 22, 24).

## Komplexe Materie

Was sich einfach anhört, ist in Wirklichkeit ein über Jahrzehnte gewachsenes und zumindest in der Schweiz gut durchdachtes System. Beginnen wir bei Schritt 1, dem Zusammentragen der Datengrundlagen für die Überwachung der Biodiversität. Dies ist eine gewaltige Herausforderung. Das liegt vor allem an der Biodiversität selbst. Denn an Komplexität ist die biologische Vielfalt kaum zu überbieten. Allein in der Schweiz leben mindestens 56 000 Arten von Tieren, Pflanzen und Pilzen, die sich auf zahlreiche unterschiedliche Organismengruppen verteilen und in mindestens 225 Lebensraumtypen zusammengefunden haben. Die genetische Vielfalt innerhalb der Arten und die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Biodiversitätsebenen wirken sowieso unüberschaubar. Hinzu kommt, dass ein einfacher Wert zur Artenzahl in einem Lebensraum noch nicht viel Aussagekraft hat, weil es immer auch um ökologische Qualität und nicht nur um Quantität geht. Und nicht zuletzt geht es auch um die Beiträge der Natur für uns Menschen, auf die wir angewiesen sind. Andere Umweltbereiche sind da weniger anspruchsvoll; so lassen sich beispielsweise Aussagen zur Luftverschmutzung oder zum Klimawandel mit einfach messbaren Parametern wie z. B. der Ozonbelastung, der Lufttemperatur oder dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre machen.

Entsprechend ist es nicht möglich, die Biodiversität mit einer einheitlichen Methodik zu erfassen. Benötigt wird ein ganzes Monitoringsystem, das unter anderem Lebensräume oder repräsentative Organismengruppen auf repräsentativen Flächen erhebt. Die Grafik auf Seite 32 und die Erläuterungen dazu auf den Seiten 8 und 9 zeigen, dass die Datenerhebung in der Schweiz bereits erstaunlich breit angelegt ist. Angesichts der Komplexität ist es verständlich, dass es nach wie vor zahlreiche Lücken gibt, von denen manche gefüllt werden sollten. Das betrifft vor allem die Insekten, die genetische Diversität und die Ökosystemfunktionen und -leistungen. Lücken gibt es auch bei der räumlichen Auflösung. Erst wenige Kantone haben ein kantonales Biodiversitätsmonitoring aufgebaut oder sind dabei, eines aufzubauen.

Von Seiten der Wissenschaft gibt es bereits Vorschläge, wie das Monitoringsystem in der Schweiz weiterentwickelt und ausgebaut werden könnte (siehe S. 24, 26 und HOTSPOT-Sonderheft S. 42). Eine wichtige Rolle spielen dabei neue technische Entwicklungen, beispielsweise die Erfassung der Insektenbiomasse mittels Radar oder die automatisierte Bestimmung von Fledermäusen und Vögeln (sog. Bioakustik). Der Mehrwert könnte enorm sein, wie die Artikel auf den Seiten 20 und 22 zeigen. Weiterhin unentbehrlich für alle Monitorings sind Artenkennerinnen und -kenner. Hier gilt es, den Nachwuchs sicherzustellen. Ohne sie versiegt der Datenfluss.

Mit dem Erheben der Daten ist es aber noch lange nicht getan. Mindestens genauso wichtig sind die Verwaltung und Auswertung der Daten. Diese Schritte werden oft unterschätzt. Gerade die Auswertung ist finanziell meist stark unterdotiert. Dabei zeigen

erst die Datennutzung und wissenschaftliche Publikationen den Wert der Daten und bilden einen eigentlichen Leistungsausweis (siehe HOTSPOT-Sonderheft).

Entwicklungen müssen aber auch verstanden und auf mögliche Ursachen zurückgeführt werden, um bei Bedarf gezielt wirksame Massnahmen ergreifen zu können (siehe S. 14). Der Verknüpfung von Biodiversitätsdaten mit Daten zu Einflussfaktoren (z. B. Stickstoffdeposition, Landnutzungsintensität) kommt damit eine grosse Bedeutung zu. Leider scheitern solche Verknüpfungen in vielen Fällen, weil spannende Datensätze nicht verfügbar oder zugänglich sind oder unterschiedliche Designs bei den Aufnahmen zur Anwendung kamen.

Ein Wermutstropfen der laufenden Programme ist deren Laufzeit: Der Grossteil der Daten stammt aus den letzten 20 bis 30 Jahren. Doch die ganz grossen Biodiversitätsverluste haben vorher stattgefunden. Das damalige Biodiversitätsniveau darf nie ausser Acht gelassen werden bei der Interpretation von Zustand und Entwicklung der Biodiversität.

### Unterschätze Kommunikation

Aus den erhobenen Daten der Schweizer Monitoringprogramme und den daraus errechneten Indikatoren lassen sich Aussagen zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität machen. Statistisch gesicherte Informationen zur Biodiversität sind dabei eine entscheidende Voraussetzung für den Dialog mit anderen Sektoren wie der Land- und Waldwirtschaft oder der Siedlungsentwicklung. Weil Indikatoren immer eine Vereinfachung der Realität sind, ist bei der Interpretation Sorgfalt geboten (siehe S. 15 und 16). Im schlimmsten Fall ist nicht einmal klar, ob ein zunehmender Wert eines Indikators positiv oder negativ zu beurteilen ist. Bei gewissen Biodiversitäts-Indikatoren bräuchte es fast ein ganzes Handbuch, um sie in allen Details zu erklären oder zu bewerten. Die Forschung, die Zuständigen für die Monitorings und die Behörden müssen das Vertrauen gegenüber potenziellen Anwenderinnen und Anwendern stärken und klar kommunizieren, wenn ein System gute und verlässliche Daten liefert. Erklärungsbedarf gibt es insbesondere dann, wenn Fachpersonen in «ihrem» Kanton andere Tendenzen beobachten als nationale Indikatoren offenbart haben. Oder wenn die Landschaft in den Augen der Bevölkerung immer noch «natürlich» aussieht und die Menschen den Monitorings keinen Glauben schenken.

Basierend auf Monitoringdaten lassen sich nicht nur Entwicklungen aufzeigen. Eine solide Datenbasis erlaubt es auch, Modelle und Szenarien zu entwickeln und damit einen Blick in die Zukunft zu wagen (siehe S. 19), was ganz neue Massnahmen auslösen kann. Umgekehrt lassen sich auch Wirkungen von Entscheidungen oder Massnahmen unter heutigen oder veränderten gesellschaftlichen Rahmen- oder Klimabedingungen abschätzen.

Wurden Monitoringprogramme richtig aufgegleist, sind sie unersetzliche Katalysatoren für Massnahmen (siehe S. 14). Eine grosse



Wie auch immer sich die Monitoring-Landschaft in der Schweiz weiterentwickelt: Artenkennerinnen und -kenner sind und bleiben unentbehrlich. Foto Beat Ernst

Herausforderung aller Monitoringprogramme ist die Kommunikation. Es kann schnell zu Missverständnissen kommen, wenn Trends zu einzelnen Aspekten herausgepickt werden, anstatt alle Ergebnisse umfassend zu betrachten. Bei einer zielgruppenspezifischen Aufarbeitung der Resultate ist zudem besonders darauf zu achten, dass Indikatoren sinnvoll und verständlich gewählt werden. Nur so können Behörden und Politik Entscheide fällen und Massnahmen ergreifen, die auch wirklich zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität beitragen. Mit dem Projekt für einen «Multidimensional Biodiversity Index» MBI hat das Forum Biodiversität Schweiz in Zusammenarbeit mit der sanu einen Versuch gestartet, auf Basis bestehender Indikatoren einen umfassenden nationalen Index für Biodiversität und ihre Leistungen zu berechnen und damit die Kommunikation zu vereinfachen (siehe S. 18 und 30). Bis ein solcher Index zur Anwendung kommen kann, bleibt aber noch viel zu tun. •

> DR. GREGOR KLAUS ist Wissenschaftsjournalist und Redaktor von HOTSPOT. JODOK GUNTERN ist stellvertretender Leiter des Forums Biodiversität. >> Kontakt [jodok.guntern@scnat.ch](mailto:jodok.guntern@scnat.ch)

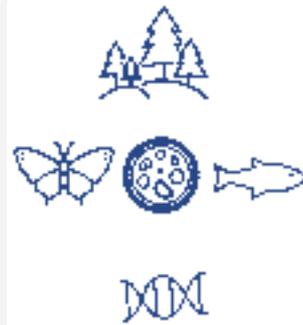
# Vom Messpunkt zur Politikentscheidung – und wieder zurück



Nationale und internationale Netzwerke von Institutionen und Personen



## 1 Datengrundlage



Datenerhebung:  
Monitoringprogramme  
Erfolgskontrollen  
Fallstudien etc.



Sammlungen, Daten



Publikationen



Methoden & Technologie



Weiterentwicklung  
der Monitoringprogramme

## 4 Entscheidungsgrundlagen und Lösungsvorschläge

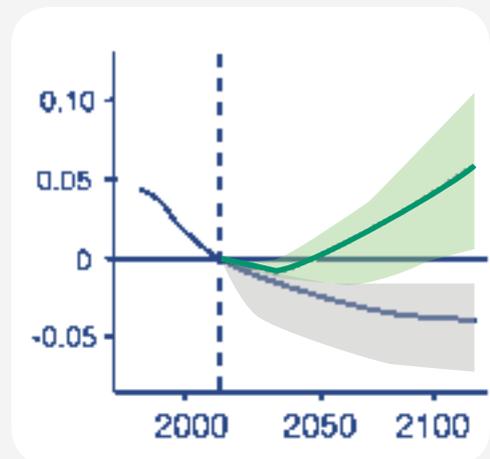


Diskussionen und  
Entscheidungen



Berichterstattung  
an Politik und  
Bevölkerung

## 3 Szenarien und Vorhersagen



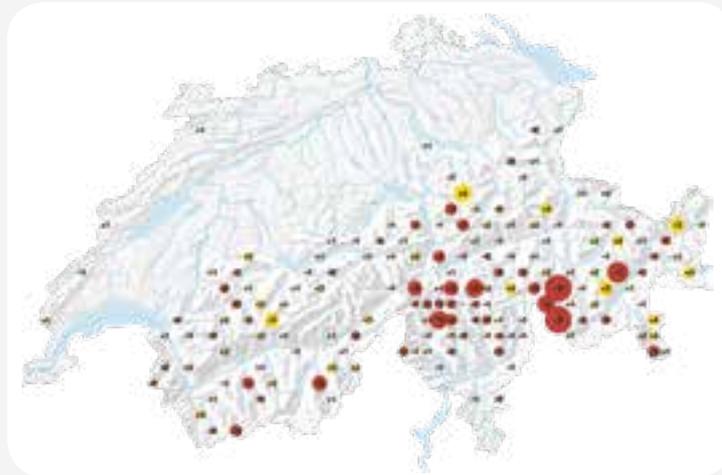
enbanken

n

nnologien

2

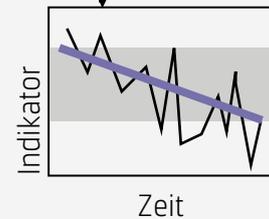
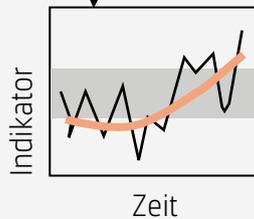
Verarbeitung und Analyse der Daten



Gelbe Kreise:  
Zunahme  
(Anzahl Arten)

Rote Kreise:  
Abnahme  
(Anzahl Arten)

Räumliche  
Entwicklung der  
Biodiversität



Veränderungen

Ursachenanalyse

Landnutzung

Umwelt-  
verschmutzung

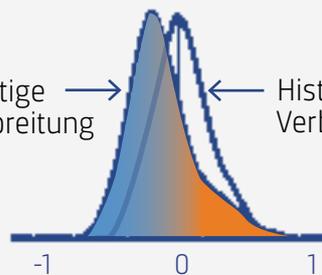
Klimawandel

Gebietsfremde  
invasive Arten

Weitere Ursachen

Heutige Verbreitung

Historische Verbreitung



# Die Schweizer Monitoring-Landschaft zur Biodiversität

Der Auftrag zur Überwachung der Biodiversität ist in internationalen Übereinkommen und im Bundesrecht festgeschrieben. In der Schweiz existieren mittlerweile zahlreiche Programme zur Erfassung bestimmter Biodiversitätsaspekte auf verschiedenen räumlichen Ebenen. Auf Seite 32 haben wir die Programme bei den Biodiversitätsebenen verortet, zu denen sie Aussagen liefern können. Diese Doppelseite zeigt die Details zu den wichtigsten und grösseren Programmen und erläutert, welche Aussagen zur Biodiversität damit gemacht werden können. Ein eigentliches und weit verzweigtes Monitoringsystem für die Schweizer Biodiversität ist erkennbar. Die einzelnen Programme verfolgen zwar unterschiedliche Ziele, sind aber insgesamt betrachtet komplementär. Insbesondere die kombinierte Analyse der Daten und eine geschickte Auswertung führen zu einem grossen Mehrwert. Nach wie vor gibt es aber diverse inhaltliche Lücken in der Monitoring-Landschaft, vor allem bei der genetischen Vielfalt, bei vielen Insektengruppen sowie bei den Funktionen und Leistungen der Biodiversität.

## Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM)



Dauerbeobachtung der Artenvielfalt in der Schweiz

**Design:** Drei regelmässige Messnetze über die ganze Schweiz (Ebene Landschaft sowie Ebene Lebensräume terrestrisch und aquatisch; siehe HOTSPOT-Sonderheft zum BDM 2022)

**Erfasste Biodiversität:** Brutvögel, Gefässpflanzen, Moose, Mollusken, Tagfalter, Gewässerinsekten. Aufgrund des Aufnahmedesigns werden vor allem die häufigen und mittelhäufigen Arten erfasst.

## BDM VBS



Dauerbeobachtung der Artenvielfalt auf Arealen des Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS)

**Design:** Auf 26 grösseren Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen Erhebung der Brutvögel nach Methodik des MHB (siehe S. 9) und der Gefässpflanzen gemäss der

Methodik des BDM Schweiz inklusive der Schätzung des Deckungsgrades pro Art.

**Erfasste Biodiversität:** Brutvögel, Gefässpflanzen

## Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)



Programm zur Überwachung der Biotope von nationaler Bedeutung: Trockenwiesen und -weiden, Auen, Flachmoore, Hoch- und Übergangsmoore, Amphibienlaichgebiete

**Design:** Flächendeckende Luftbild-Auswertung aller Biotope von nationaler Bedeutung; Vegetations- und Amphibienaufnahmen in einer Stichprobenauswahl

**Erfasste Biodiversität:** Amphibien in Amphibienlaichgebieten, Gefässpflanzen in Auen, Mooren sowie Trockenwiesen und -weiden, Moose in Mooren

## Schweizerisches Landesforstinventar (LFI)



Das LFI erfasst den Zustand und die Veränderungen des Schweizer Waldes.

**Design:** Regelmässiges Stichprobennetz

**Erfasste Biodiversität:** Gehölzarten. Zudem werden Parameter erhoben, die Rückschlüsse auf die ökologische Qualität zulassen, z. B. Strukturvielfalt, Totholzvolumen und -qualität, Baummikrohabitate, Naturnähe.

## Arten und Lebensräume Landwirtschaft (ALL-EMA)



Programm zur Überwachung von Arten und Lebensräumen in der Schweizer Agrarlandschaft und zur Evaluation von Biodiversitätsförderflächen (BFF)

**Design:** Teilmenge von Untersuchungsquadraten aus dem BDM-Messnetz Landschaft sowie Auswahl von Probeflächen und BFF pro Untersuchungsquadrat

**Erfasste Biodiversität:** Lebensräume 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 Arten und Lebensräumen des Landwirtschaftsgebietes.

## Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA TREND)



Erfasst werden Zustand und Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer.

**Design:** Basismessnetz von Bund und Kantonen zur langfristigen Dauerbeobachtung (je nach Parameter 38–130 Messstellen)

**Erfasste Biodiversität:** Makrozoobenthos, Kieselalgen, Wasserpflanzen, Fische. Zudem werden Parameter wie Nährstoffe und Mikroverunreinigungen erhoben, die Rückschlüsse auf die ökologische Qualität zulassen.

## Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten



Dauerbeobachtung der Waldentwicklung in Naturwaldreservaten der Schweiz

**Design:** Untersuchung in ausgewählten Naturwaldreservaten und Probeflächen

**Erfasste Biodiversität:** Gehölzarten. In einem Subsample der Stichproben wurden einmalig Käfer und Pilze erfasst, die auf Totholz angewiesen sind. Zudem werden Parameter erhoben, die Rückschlüsse auf die ökologische Qualität zulassen (z. B. Totholz, Habitatbäume).

## Nationale Bodenbeobachtung (NABO)



Monitoring-Programm zur landesweiten Erfassung und Beurteilung der chemischen, physikalischen und biologischen Bodenqualität

**Design:** 114 Dauerbeobachtungsstandorte, verteilt über die ganze Schweiz (typische Kombination aus Landnutzung, Bodentyp, Geologie, Höhenstufe und anderen Standorteigenschaften).

**Erfasste Biodiversität:** Pilz- und Bakteriengemeinschaften mittels molekulargenetischer Methoden sowie mikrobieller Biomasse und Basalatmung (CO<sub>2</sub>-Freisetzung). Zudem werden Parameter erhoben, die Rückschlüsse auf die ökologische Qualität zulassen (z. B. Schwermetalle, ausgewählte organische Schadstoffe, organischer Kohlenstoff, physikalische Parameter, Pflanzenschutzmittel, Nährstoffe).

-  Repräsentative Aussagen zu Arten und/oder Lebensräumen für die gesamte Schweiz
-  Repräsentative Aussagen zu Arten und/oder Lebensräumen für definierte Flächen (Biotope von nationaler Bedeutung, Waldreservate, Biodiversitätsförderflächen, VBS-Areale)
-  Repräsentative Aussagen für einen ganzen Kanton
-  Repräsentative Aussagen zu Populations- und Arealveränderungen von bestimmten Arten
-  Wiederholung der Aufnahmen alle x Jahre



**Arealstatistik**

Periodische Erhebung der Bodennutzung und Bodenbedeckung der Schweiz

**Design:** Die Erhebung des Bundesamtes für Statistik basiert auf digitalen Luftbildern und Bildstreifen von swisstopo.

Über diese wird ein Stichprobengitter von 100 Meter Maschenweite gelegt. Dessen Schnittpunkte bilden die Stichprobenpunkte, an denen Bodennutzung und -bedeckung interpretiert werden.

**Erfasste Biodiversität:** Quantitative Angaben zur Bodennutzung und Bodenbedeckung



**Aktivitäten der Datenzentren**

Die Daten- und Informationszentren sowie die Koordinationsstellen von InfoSpecies erfassen Verbreitungsangaben von Arten und unterhalten Monitoringaktivitäten auf Populationsebene. Daten nationaler Monitoringprogramme, zahlreicher Projekte verschiedener Akteure sowie unsystematische Fundmeldungen fließen ebenfalls in den Datenbanken zusammen und stehen zur Auswertung bereit (z. B. für Rote Listen, Atlanten, Virtual Data Center VDC, GBIF) (siehe Artikel S. 12).

**Erfasste Biodiversität:** Zahlreiche Artengruppen sowie Populationen. So werden bei Fledermäusen z. B. Wochenstuben bestimmter Arten überwacht, bei den Vögeln sind es unter anderem Wasservogel und Koloniebrüter.



**Rote Listen**

Rote Listen zeigen den Gefährdungsgrad von Arten oder Lebensräumen (siehe S. 28). Sie werden im Auftrag des Bundes nach den Kriterien der Weltnaturschutzunion IUCN durch die nationalen Daten- und Koordinationszentren realisiert.

**Design:** Die Roten Listen für Arten basieren auf Funddaten, die in den Datenbanken gespeichert sind. Diese bestehenden Datengrundlagen werden durch gezielte Feldbegehungen ergänzt, bei denen bekannte Standorte der Zielarten oder stratifizierte oder systematisch ausgewählte Standorte aufgesucht werden.

**Erfasste Biodiversität:** Mehrere Organismengruppen, zusammengefasst in 20 Roten Listen. Insgesamt 10 844 bewertete Arten (= 20 % aller für die Schweiz bekannten Arten).



**Monitoring Häufige Brutvögel (MHB)**

Dauerbeobachtung der Bestände und der Artenvielfalt der Brutvögel in der Schweiz

**Design:** Regelmässiges Stichprobennetz mit 267 über die ganze Schweiz verteilten Probeflächen von je 1 km<sup>2</sup>.

**Erfasste Biodiversität:** Häufige und verbreitete Brutvögel



**Kantonale Monitorings (Auswahl)**

Dauerbeobachtung der Artenvielfalt in den Kantonen Aargau (LANAG) und Thurgau; Graubünden und Luzern im Aufbau. In den Kantonen Gené und Basel-Landschaft werden alle Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung überwacht.

**Design:** Verdichtung der terrestrischen Messnetze des BDM. AG: Messnetze Landschaft und Lebensräume. GR, LU, TG: Messnetz Landschaft (siehe beiliegendes HOTSPOT-Sonderheft zum BDM 2022).

**Erfasste Biodiversität:** Häufige und mittelhäufige Arten folgender Organismengruppen: Amphibien, Brutvögel, Gefässpflanzen, Mollusken, Tagfalter, Gewässerinsekten

**Weitere Programme und Projekte (Auswahl)**

Neben diesen Programmen existieren auf verschiedenen räumlichen Ebenen und für verschiedene Biodiversitätselemente weitere Monitoringaktivitäten, die Aussagen zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität erlauben, z. B.

- > Planktonmonitorings in Seen
- > Jagd- und Fischereistatistiken von Bund und Kantonen
- > wiederholte Erhebungen in bestimmten Gebieten auf lokaler Ebene (z. B. einzelnes Schutzgebiet oder Vernetzungsprojekt)
- > Monitoring der Grossraubtiere und der Auswirkungen auf ihre Beutetiere von KORA in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen
- > verschiedene Monitoringprogramme für den Wald
- > Bestimmte Forschungsprojekte liefern die Grundlage (Ist-Zustand) für weitere Erhebungen, wie folgende Beispiele zeigen:
  - Erfassung der Vielfalt und Verbreitung von Flohkrebssen (Amphipod.CH, AmphiWell)
  - Fischinventur (Projet Lac, Progetto Fiumi)
- > Pilotstudie für ein Monitoring der genetischen Vielfalt (GenDiv) (siehe S. 24)
- > Indikatoren für ein Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (PGREL) (siehe S. 26).

> DR. GREGOR KLAUS und JODOK GUNTERN, mit Inputs der Programmleitenden >> Literatur biodiversity.scnat.ch/hotspot >>> Kontakt Jérôme Frei, BAFU, jerome.frei@bafu.admin.ch

## INTERVIEW

## «Ein Verhandlungstext gleicht einer Ziehharmonika»

Eva Spehn vom Forum Biodiversität Schweiz unterstützt die Schweizer Delegation bei den internationalen Verhandlungen im Rahmen der Biodiversitätskonvention. Im Gespräch gibt sie Einblicke in die oftmals schwierigen Verhandlungen zum neuen globalen Biodiversitäts-Rahmenwerk und zu international anerkannten Indikatoren. INTERVIEW URSULA SCHÖNI

**H**OTSPOT: Du erlebst die internationalen Verhandlungen zur Biodiversität schon lange hautnah mit. Wie muss man sich diese vorstellen?

**Eva Spehn:** Bei den aktuellen Verhandlungen im Rahmen der Biodiversitätskonvention geht es darum, den kleinsten gemeinsamen Nenner finden, zu dem alle Vertragspartner Ja sagen können. Es gibt keine Abstimmung, sondern man einigt sich auf einen Text. Wenn jemand eine Änderung im Vertragstext eingibt, und jemand anderes dagegen ist, wird das in eckige Klammern gesetzt. Und dann überlegen die Delegationen aller Mitgliedstaaten gemeinsam, auf was man sich einigen könnte. Dieses vereinte Wissen ist meist sehr konstruktiv. Zum Teil ist es aber auch das Gegenteil: Jemand macht eine Eingabe, besteht stur darauf und blockiert damit den Verhandlungsprozess. Und solange es noch eckige Klammern gibt, kann der Text in der Regel nicht verabschiedet werden. Das Vetorecht gibt sehr viel Macht.

### Führt das nicht zu absurden Situationen?

Doch. Zum Teil sind es Spitzfindigkeiten. Zum Beispiel als es um die Regeln und Prozesse des Weltbiodiversitätsrats IPBES ging, wurde darüber gestritten, ob es nun «its role» oder «their role» heissen sollte. Das macht juristisch offenbar einen Unterschied. Die Leute diskutierten dann eine Dreiviertelstunde darüber, inklusive Rechtsanwälte der EU und der UNEP, und ich verstehe bis heute nicht, was wirklich der Unterschied sein soll. Und das beste: Sie waren sich selbst auch nicht einig darüber.

**Es ist sicher nicht immer einfach, sich auf gemeinsame Definitionen zu einigen, z. B. darüber, was ein «Schutzgebiet» sein und welche Qualität es haben soll. Wo liegen die Herausforderungen, wenn die internationale Staatengemeinschaft über Ziele, Indikatoren und das Monitoring verhandelt? Und wie findet sie sich letztlich doch?**

Ob sich die internationale Staatengemeinschaft letztlich auf etwas einigen kann, da bin ich mir noch nicht so sicher. Es gibt viele ambitionierte Staaten, darunter auch die Schweiz. Sie wollen messbare, gut definierte Ziele mit Indikatoren, über die alle Länder regelmässig berichten. Die Berichterstattung zu den Zielen sollte vergleichbar sein. Andere Staaten stellen ihre wirtschaftlichen Interessen in den Vordergrund und wollen ihre natürlichen Ressourcen ebenso ausbeuten, wie das die Industrieländer schon gemacht haben. Der Knackpunkt ist eigentlich fast immer diese bestehende globale Ungerechtigkeit.

**Ist es überhaupt möglich, einen gemeinsamen Nenner zu finden, wenn die einzelnen Länder nicht dieselben Daten in derselben Qualität erheben?**

Es gibt Daten, die einzelne Länder bottom-up erheben und aufbereiten. Diese Daten sind tatsächlich wenig vergleichbar, wenn die



Dr. Eva Spehn ist wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Forum Biodiversität Schweiz. Sie begleitet unter anderem die Schweizer Delegation bei den internationalen Verhandlungen im Rahmen der Biodiversitätskonvention. Foto IISD/ENB | Diego Noguera

Methode oder Berechnung nicht genau standardisiert sind. Zudem haben arme Länder in den Tropen oft nur rudimentäre Monitoring-Programme, dafür umso mehr Biodiversität. Und Länder mit wenig Biodiversität haben meist sehr gute Monitorings. Dann gibt es aber auch Indikatoren, die z. B. mittels Fernerkundung global gemessen werden können. Diese Daten kann man auf die einzelnen Staaten herunterbrechen. Sie sind sehr interessant, weil sie erlauben, die Länder direkt miteinander zu vergleichen.

**Wie kann die Schweiz zur Erreichung eines gemeinsamen Nenners sowie zum globalen Monitoring beitragen?**

Indem sie ambitioniert verhandelt. Als Mitglied der sogenannten «High Ambition Coalition» setzt sie sich für das 30×30-Ziel ein: Bis 2030 sollen mindestens 30 % der Landes- und Meeresfläche geschützt sein bzw. prioritär der Biodiversitätsförderung dienen. Beim Monitoring kann sie mit ihren entsprechenden Programmen und neuen Technologien sehr viel beitragen. Hierzulande wird viel zu Fernerkundung oder zu eDNA geforscht (siehe S. 22), alles Methoden, die dann auch global angewendet werden können. Und schliesslich unterstützt die Schweiz wichtige Bestrebungen für Datenzusammenführungen und die Entwicklung von Indikatoren, beispielsweise im Rahmen des «Biodiversity Indicator Partnership».

**Die Ziele, welche die Vertragsstaaten der Biodiversitätskonvention 2010 verabschiedet haben, wurden allesamt nicht erreicht. War das auch der Fall, weil sie nicht mit messbaren Indikatoren verbunden wurden?**

Die Messbarkeit ist ein wichtiges Kriterium. Das Ziel, 17 % der Land- und Binnengewässergebiete unter Schutz zu stellen, wurde noch am ehesten erreicht – auch weil es eines der bekanntesten Ziele war und leicht messbar ist. Zudem ist es auch einfacher, Schutz-

gebiete zu vergrössern, als den negativen Einfluss der eigentlichen Treiber des Biodiversitätsverlusts zu begrenzen. Mit den neuen Zielen versucht man jetzt, auch die Treiber anzugehen: schädliche Subventionen, Pestizide, Mikroplastik-Verschmutzung, Klimawandel, unser überbordender Konsum. Dort stehen allerdings starke wirtschaftliche Interessen dahinter. Hier kommen Sektoren ausserhalb der Umweltministerien, die ja meist die Ziele verhandeln, ins Spiel. Und es gibt naturgemäss mehr Widerstand.

**Die neuen Biodiversitätsziele sollen noch dieses Jahr in Kanada verabschiedet werden. Ziele und Indikatoren werden nun parallel entwickelt. Wie läuft es?**

Bei der letzten Verhandlungsrunde in Nairobi, die ursprünglich gar nicht geplant war, gab es kaum Fortschritte. Wir haben immer noch gleich viele eckige Klammern im Vertragstext. Ich hoffe wirklich sehr, dass der neue Zielrahmen mit guten Indikatoren an der nächsten Vertragsstaatenkonferenz COP-15 in Montreal im Dezember 2022 endlich verabschiedet wird – für die globale Biodiversität ist dies von entscheidender Bedeutung. Corona hat die Verhandlungen stark verzögert. Man kann online nicht gut verhandeln.

**Aber in Nairobi habt ihr nicht online verhandelt, und trotzdem seid ihr nicht weitergekommen.**

Leider. So ein Verhandlungstext gleicht einer Ziehharmonika: Man zieht ihn in den Verhandlungen auseinander, danach versuchen die Co-Chairs ihn auf zwei Zeilen zusammenzupressen. Und dann wird er durch viele Sonderwünsche wieder auf eine halbe Seite ausgedehnt. Diese Ziehharmonika ging jetzt schon mehrmals auf und zu.

**Was machst du, um in einer solchen Situation nicht die Zuversicht zu verlieren?**

Manchmal hege ich schon fast ein bisschen Mordgelüste gegenüber bestimmten sturen Verhandlungsteilnehmenden. (Lacht) Aber im Ernst: Man freut sich an den kleinen Erfolgen und bildet Koalitionen mit Delegationen, die die gleichen Ziele verfolgen, und ab und zu hilft sogar ein wissenschaftlich abgestütztes Argument.

**Bilden die verwendeten Indikatoren die relevanten Aspekte ab, um den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität auf globaler Ebene und in den einzelnen Mitgliedstaaten zu erfassen?**

Manche Indikatoren müssen noch verbessert werden. Zum Beispiel misst man die Verschmutzung durch Pestizide momentan anhand der ausgebrachten Menge pro Hektare. Aussagekräftiger wäre es, wenn auch die Toxizität der Stoffe mitberücksichtigt würde, zum Beispiel in einem risikobasierten Indikator. Gewisse Indikatoren fehlen gänzlich, zum Beispiel solche, die Gewinne aus dem Nagoya-Abkommen für die gerechte Verteilung der genetischen Ressourcen messen. Es gibt da keine Datengrundlage.

**Und was bedeuten die internationalen Indikatoren für nationale Monitorings?**

In der Schweiz gibt es hinsichtlich der internationalen Vorgaben fast keine Lücken, da kommt man grösstenteils mit den bestehen-

den Daten klar. Aber viele Länder erheben noch zu wenig Daten, da braucht es dringend den Aufbau von Kapazitäten. Zum einen geht es um das Wissen, wie man ein gutes Monitoring macht, zum anderen um Geld, um ein solches zu etablieren. Hier sprechen wir vor allem von den essenziellen Indikatoren, die wissenschaftlich gut abgestützt sind, um beispielsweise Populationen, Arten oder die Grösse und Qualität von Ökosystemen zu beobachten. Bei der Entwicklung von Indikatoren achtet man darauf, solche zu wählen, für die es schon Daten gibt über möglichst lange Zeitreihen, und diese gut gemanagt und aufbewahrt bleiben, wie zum Beispiel die schon lange etablierten Roten Listen der Weltnaturschutzunion IUCN.

**Wie wichtig ist es, dass die Staaten über die Ergebnisse ihrer Biodiversitätsmonitorings berichten?**

Die Überprüfung der Ziele ist einer der wichtigsten Steuerungsmechanismen. Auch die Basislinie ist wichtig: Mit welchem Referenzjahr wollen wir die aktuellen Daten vergleichen? Je weiter das zurückliegt, desto mehr Biodiversitätsverluste in der Vergangenheit werden mitgezählt und desto grösser müssen die Anstrengungen sein, die Zielwerte zu erreichen. Nur kann die Biodiversitätskonvention einen Staat nicht bestrafen, wenn er Ziele nicht erreicht – anders als die Klimakonvention mit dem Pariser Abkommen. Aber die Hoffnung ist natürlich da, dass man die Umsetzung in den Staaten fördert, wenn diese über ihre Erfolge oder Misserfolge berichten müssen. Momentan ist das nur alle fünf Jahre der Fall. Eigentlich müsste man ein System haben, das die Entwicklung quasi in Echtzeit beobachtet. Wenn man online mitverfolgen könnte, wie sich die Abholzungsrate in einem Land verändert, hätte das schon eine immense Wirkung.

**Ist das Wunschenken?**

Es gibt Daten, die regelmässig erhoben werden. Die könnte man eigentlich in Echtzeit veröffentlichen. Im Klimabereich gibt es das Global Climate Observation System. Am «World Biodiversity Forum», das kürzlich in Davos stattfand, haben wir etwas Ähnliches für die Biodiversität diskutiert: Manche Indikatoren könnten dauernd automatisch aufdatiert und auf die einzelnen Staaten heruntergebrochen online dargestellt werden. Das wäre meines Erachtens der Idealfall; und es würde dazu führen, dass die Staaten einen gewissen Druck hätten, vorwärtszumachen.

**Wie berichtet man am besten, damit es sowohl Entscheidungstragende als auch Laien verstehen?**

Mit guten Infografiken, aus welchen ersichtlich ist, wo man sich noch im nachhaltigen Bereich befindet und ab wann die planetaren Grenzen überschritten sind – einfach und klar. •

# Alle Daten zählen

**Indem die verschiedenen Daten zur biologischen Vielfalt zusammengeführt und miteinander verknüpft werden, gewinnen sie an Bedeutung. Diese Strategie fördert die Nutzung der Daten. Sie macht zudem die verschiedenen Akteurinnen und Akteure des Datennetzwerks sichtbarer und erleichtert es allen, einen Beitrag zu leisten, das Wissen über die biologische Vielfalt zu erweitern, sie zu erhalten und zu fördern.** VON GLENN LITSIOS, PASCAL TSCHUDIN UND SOFIA WYLER

**D**er Nachweis eines Organismus (identifiziert durch einen gültigen Artnamen) an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit ist die minimale Information, die man benötigt, um sich ein Bild der Verbreitung von Arten machen zu können. Zu dieser Grundinformation kommen weitere Daten hinzu, welche die angewandten Methoden und die beobachteten ökologischen Besonderheiten beschreiben und zu einem besseren Verständnis der Biodiversität als Ganzes beitragen. Erst die Kombination all dieser Informationen macht es möglich, den Zustand und die Entwicklung von Arten zu beurteilen und gegebenenfalls Erhaltungsmaßnahmen zu definieren und zu ergreifen. Es ist deshalb von entscheidender Bedeutung, dass Daten zur Biodiversität sinnvoll und effizient verwaltet und verfügbar gemacht werden.

## Vielfältige Datenquellen

In der Schweiz ist seit Langem anerkannt, wie wichtig das Sammeln von Informationen über Arten ist. Zu diesem Zweck wurden mehrere unabhängige und auf bestimmte taxonomische Gruppen spezialisierte Datenzentren eingerichtet, die unter der Dachorganisation InfoSpecies vereint sind. InfoSpecies fördert die Harmonisierung der Praktiken zwischen diesen Institutionen und unterstützt Bund, Kantone und andere Akteure beim Zugang zu den Daten, bei der Interpretation von Artnachweisen und der Entwicklung von Schutzinstrumenten.

Auf internationaler Ebene kümmert sich die GBIF (Global Biodiversity Information Facility) – eine internationale Infrastruktur, die von den Regierungen ihrer Mitgliedstaaten finanziert wird – um die Verwaltung und Verbreitung von Daten zur Biodiversität. Die Schweiz hat sich von Anfang an für diese Initiative engagiert und ist seit 2016 Mitglied der GBIF. Der Schweizer Knoten (GBIF.ch) ist verantwortlich für die Koordination des nationalen Partnernetzwerks, die Mobilisierung von Biodiversitätsdaten und die Verbindung zwischen der nationalen und internationalen Ebene.

Die Daten zu den Arten stammen zum Teil aus Erhebungen im Rahmen von Programmen zum Biodiversitätsmonitoring und anderen nationalen und kantonalen Projekten (z. B. BDM, WBS, ALL-EMA; siehe S. 8 und 32). Über die Hälfte der Beobachtungen sind privaten, oft ehrenamtlichen Quellen zu verdanken. Sammlungsbelege von Museen tragen rund 12 % der verfügbaren Daten bei. Ihre Zahl dürfte durch die SwissCollNet-Initiative zur Digitalisierung naturhistorischer Sammlungen der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT ([swisscollnet.scnat.ch](http://swisscollnet.scnat.ch)) in den kommenden Jahren deutlich zunehmen. Auch wissenschaftliche Studien sind Datenlieferanten. Die technische Entwicklung spielt eine immer wichtigere Rolle, weil daraus völlig neuartige Daten über Arten hervorgehen. Beispielsweise liefern DNA-Daten aus der Sequenzierung von Umweltproben (siehe S. 22) einzigartige Informationen, deren kohärente Integration in bestehende Datenverwaltungssysteme eine Herausforderung darstellt.

Unabhängig von der Quelle liegt das Ziel darin, die Daten öffentlich verfügbar zu machen. GBIF.ch engagiert sich aktiv in diesem Bereich und war kürzlich stark in die Überarbeitung des weltweiten Registers wissenschaftlicher Sammlungen (GRSciColl) involviert, das eine detaillierte Angabe der Quelle von veröffentlichten Daten erlaubt. Bei Schweizer Daten, die sich auf das Ausland beziehen (Sammlungen, Forschung), ermöglicht GBIF eine einfache Rückführung an die jeweiligen Herkunftsländer. Dank GBIF können auch digitale Objektidentifikatoren (DOI) zugewiesen werden, die mit der Nutzung von Datensätzen in wissenschaftlichen Publikationen verbunden sind, was den Lieferanten dieser Daten eine hervorragende Sichtbarkeit verschafft.

## Der Weg zu den Nutzerinnen und Nutzern

Damit Daten öffentlich zugänglich gemacht werden können, müssen sie von den Zentren validiert werden. Es gilt zunächst, die Daten zu vereinheitlichen – ein Schritt, der aufgrund der Vielfalt der Datentypen und ihrer unterschiedlichen Qualität sehr ressourcenintensiv ist. Dies gilt insbesondere für alte Daten aus Museumsammlungen, bei denen es nicht immer einfach ist, deren Urheber und Fundort zu ermitteln. Hinzu kommt, dass die Zentren mit unabhängigen Systemen arbeiten, die auf die Besonderheiten der jeweiligen Organismengruppe abgestimmt sind. Deshalb ist ein weiterer Harmonisierungsschritt erforderlich, bevor die Daten schliesslich auf einer gemeinsamen Plattform gebündelt und weitergegeben werden können.

Die Verbreitung der Daten erfolgt über verschiedene Kanäle. Das virtuelle Datenzentrum der WSL ist das zentrale Instrument für die landesweite Zusammenarbeit zwischen InfoSpecies, Behörden und Organisationen, die sich für die Erhaltung und Förderung der Biodiversität einsetzen. Dieser Online-Dienst, zu dem nur Berechtigte Zugriff haben, ermöglicht die Abfrage hochaufgelöster Daten und stellt Karten und Artenlisten zur Verfügung. Die breite Öffentlichkeit hat über die Webseiten der verschiedenen Datenzentren sowie das internationale GBIF-Portal Zugang zu den Daten.

Die heutige Informatik bietet Raum für eine völlig neue Nutzung von Daten. Zentrale Datenbanken sind längst überholt, denn eine Vernetzung der vielfältigen Informationsquellen, die eine gute Koordination erfordert, ist deutlich effizienter. GBIF.ch steht im Zentrum dieses Netzwerks zur Biodiversität, dank dem vor Kurzem über 15 Millionen Daten verbreitet werden konnten. Die Qualität und Relevanz der Daten wird durch gemeinsame Validierungsverfahren und einen einheitlichen ethischen Rahmen sichergestellt. Letzterer ist besonders wichtig um sicherzustellen, dass der freie Zugang zu Daten keine Bedrohung für die Arten darstellt. Glücklicherweise gibt es aber Lösungen, um sich vor solchen Risiken zu schützen. Damit wird das Zusammenführen und Verbreiten von Artendaten zu einer echten Chance, um die Biodiversität besser zu verstehen und zu schützen. •



Nationale und internationale Organisationen sorgen dafür, dass Daten zur Biodiversität ihren Weg vom Feld in die Öffentlichkeit finden. Foto Beat Ernst

> **DR. GLENN LITSIOS** ist Biologe und Direktor von info fauna, dem nationalen Daten- und Kompetenzzentrum für die Fauna der Schweiz. **PASCAL TSCHUDIN** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter bei info fauna und Verantwortlicher des Schweizer GBIF-Knotens. **DR. SOFIA WYLER** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin bei info fauna, Mitglied des Schweizer GBIF-Knotens und verantwortlich für die Verwaltung der genetischen Daten zur Schweizer Biodiversität. >> Weitere Informationen GBIF.ch >>> Kontakt [glenn.litsios@infofauna.ch](mailto:glenn.litsios@infofauna.ch)

# Monitoring als Katalysator für Massnahmen

**Monitoringprogramme sind die Drehscheibe eines evidenzbasierten Naturschutzes. Sie sind dann zielführend, wenn bestehende Massnahmen bewertet werden können und weiterer Handlungsbedarf sichtbar wird.** VON JÉRÔME PELLET

**W**eltweit gibt es unzählige lokale, nationale, regionale und globale Aktivitäten zur Überwachung der Biodiversität. Bei vielen dieser Monitorings, die von begeisterten Naturforschenden entwickelt wurden, werden mit grossem Aufwand Unmengen von Umweltdaten gesammelt. Nur schon die wachsenden Datenbanken vermitteln dabei die Illusion, all diese Initiativen seien produktiv. Aber das eigentliche Ziel eines Monitoringprogramms – die Entscheidungsfindung zu beeinflussen und Massnahmen auszulösen – wird dabei nur selten erreicht. Egal auf welcher räumlichen Ebene man sich befindet: Ein Monitoringprogramm muss immer so konzipiert sein, dass es als Katalysator für Massnahmen dient. Damit es seine Funktion erfüllen kann, muss es bestimmte Schlüsselmerkmale aufweisen, die hier als Etappen beschrieben werden.

**Alle Interessengruppen einbeziehen.** Die Verantwortung für ein Monitoringprogramm einzig Umweltwissenschaftlern und/oder Statistikerinnen zu überlassen, ist ein Fehler und führt zu einer verzerrten Sicht auf den untersuchten Bereich. Damit ein Programm die Komplexität der natürlichen, kulturellen und gesellschaftlichen Systeme wiedergibt, muss es unbedingt unter Einbezug aller Interessengruppen geplant werden – vor allem der Behörden, an die sich die Ergebnisse richten. Nehmen wir als Beispiel ein neu geschaffenes Schutzgebiet in den Alpen. Der Erfolg dieser Massnahme wird von den verschiedenen Interessengruppen sehr wahrscheinlich nicht gleich definiert. Für die einen liegt er in der Zunahme der ornithologischen Vielfalt, für die anderen in der Erhaltung der Trockenwiesen und -weiden trotz Nutzungsaufgabe, und wieder für andere ist das Ziel erfüllt, wenn die Wälder «schön» sind. Weil alle diese Aspekte zusammenhängen, ist es wichtig, die verschiedenen Standpunkte in die Definition der Ziele des Monitorings zu integrieren.

**Die Fragestellung explizit formulieren.** Die zweite Etappe ist das Fundament des gesamten Systems. Hier geht es darum, die Fragestellung, die das Monitoringprogramm beantworten soll, explizit zu formulieren. Das entscheidende Wort ist hierbei «explizit». «Wie entwickeln sich die Bestäuber auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche?» ist nicht explizit genug. Besser wäre etwa «Wie verändert sich die durchschnittliche Biomasse der Bestäuber auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche?». Und steht das Thema Bestäubung im Fokus, dann sollte die Frage eher lauten: «Beeinflusst die Entwicklung der Biomasse der Bestäuber den Rapsenertrag?»

**Ein kohärentes System von verknüpften Indikatoren.** Die Erarbeitung des Indikatorenkatalogs ist die einfachste Etappe, weil sich die Auswahl der Indikatoren fast automatisch aus den in der vorherigen Etappe formulierten Fragestellungen ergibt. Wollen Sie untersuchen, ob gefährdete Arten von einem Netzwerk aus Waldreservaten profitieren? Dann genügt es, das Totholz zu messen und Indikatoren zu wählen, die sich auf Arten beziehen, die verrot-

tendes Holz benötigen. Oder möchten Sie wissen, ob städtische Wärmeinseln durch die Vielfalt der Baumarten beeinflusst werden? Dann messen Sie die Intensität der Hitzeinseln in den einzelnen Quartieren und stellen diesen Wert demjenigen der Vielfalt des Baumbestands gegenüber. Wie diese Beispiele zeigen, sollte das Monitoringsystem mehrere Indikatoren umfassen, die durch explizite kausale Beziehungen zwischen Akteuren und Einflussfaktoren miteinander verbunden sind. Dabei ist aber darauf zu achten, dass die ausgewählten Indikatoren genügend einfach, kommunizierbar und reproduzierbar sind.

**Schwellenwerte als Auslöser für Massnahmen.** Wenn Sie in Ihrem Auto unterwegs sind und nicht vorhaben, vom Gas zu gehen, wenn Ihr Tacho anzeigt, dass Sie zu schnell fahren, dann brauchen Sie auch keinen Tacho. Dasselbe gilt für Umweltindikatoren. Ohne definierte Schwellenwerte, die eine Massnahme auslösen, brauchen Sie keinen Indikator. Darin liegt der Unterschied zwischen einem «kontemplativen» Monitoring und einem solchen, das als Katalysator für Massnahmen dient. Schwellenwerte müssen vor der Datenerhebung definiert werden. Sie möchten die Entwicklung des städtischen Kronendachs im Rahmen einer Baumstrategie überwachen? Wenn Sie einen Zielwert von 25 % (ein anerkannter Wert) festlegen, können Sie die erforderliche Entwicklung ermitteln und die nötigen Massnahmen zeitlich planen.

**Bereit für Anpassungen.** Ein Monitoring wird für einen längeren Zeitraum vorbereitet. Das bedeutet aber nicht, dass alles unveränderlich bleiben muss. Wenn sich ein Indikator sprunghafter entwickelt als erwartet, dann erhöht sich die statistische Aussagekraft. Die Stichprobengrösse kann dann entsprechend verringert werden, ohne dass die Beantwortung der formulierten Fragestellung dadurch beeinträchtigt wird. Hinzu kommt, dass sich die Wissenschaft schneller entwickelt als unsere langfristigen Monitoringsysteme. Als Reaktion auf neue Erkenntnisse, Methoden oder Situationen müssen neue Parameter einbezogen werden. Wissenschaftliche Rigidität und die helvetische Abneigung gegen Veränderungen dürfen der Anpassung dieser Systeme nicht im Wege stehen.

Um es deutlich zu sagen: Ein Monitoringprogramm ist keine Tummelwiese für passionierte Naturforschende, sondern primär ein Instrument, das die Entscheidungsfindung unterstützt. Viel zu oft werden derart grosse Datenmengen angehäuft, dass keine klaren Aussagen möglich sind und das Handeln gelähmt wird. Solche kostspieligen Programme sind nicht nur unnötig. Schlimmer ist, dass sie Gelder absorbieren, die ansonsten für Massnahmen vor Ort eingesetzt würden. Monitoring muss aber im Zentrum eines evidenzbasierten Naturschutzes sein. •

> DR. JÉRÔME PELLET leitet das Beratungsbüro n+p in Lausanne und ist Lehrbeauftragter für angewandte Ökologie an der Universität Lausanne. Er war an der Aktualisierung der Biodiversitätsindikatoren des BAFU beteiligt. >> Kontakt [jerome.pellet@nplusp.ch](mailto:jerome.pellet@nplusp.ch)

# Grundprinzipien für das Erstellen und Kommunizieren von Indikatoren

**Was sind Indikatoren, was sind ihre Merkmale und Funktionen, wie werden sie erstellt und kommuniziert? Welche Indikatoren sollen die Grundlage für politische Entscheidungen bilden? Erfahrungen aus der öffentlichen Statistik mit dem Nachhaltigkeitsmonitoring MONET 2030 und dem Monitoring der Legislaturplanung liefern Antworten auf diese Fragen.** VON ANDRÉ DE MONTMOLLIN, ANNE BOESCH UND MORITZ SCHÖNBÄCHLER

Indikatoren sind allgegenwärtig und Teil des Lebens eines jeden Menschen. Wir alle verwenden Indikatoren im Alltag, um komplexe Phänomene zu verfolgen oder zu verstehen. Wir messen unsere Körpertemperatur, um unseren Gesundheitszustand zu kontrollieren, wir schauen auf einen Barometer, um abzuschätzen, wie sich das Wetter entwickelt. Körpertemperatur und Luftdruck sind Indikatoren für Gesundheit bzw. Wetterentwicklung. Indikatoren liefern aber auch wichtige Informationen, die zur demokratischen Debatte beitragen und faktenbasierte politische Entscheidungsprozesse unterstützen.

## Wissenschaftlich solide, politisch relevant

Gemäss Maggino (2017) wird eine statistische Variable zu einem Indikator, wenn ihre Definition und Messung im Rahmen eines konzeptionellen Modells erfolgt und mit einem definierten Ziel verbunden ist. Die Definition oder Auswahl eines Indikators ist eine grundsätzlich normative Angelegenheit, da Indikatoren auf Konventionen und bestimmten Werten beruhen, die festlegen, was es zu messen gilt (Horn 1993). Dieser normative Charakter wird auch von Meadows (1998) bestätigt. Er hebt die gegenseitige Beeinflussung von gesellschaftlichen Werten und Indikatoren hervor: Indikatoren gehen aus Werten hervor (wir messen, worum wir uns sorgen) und tragen zur Schaffung von Werten bei (wir sorgen uns um das, was wir messen).

Indikatoren haben darüber hinaus eine repräsentative Funktion: Die ihnen zugeschriebene Bedeutung geht oft weit über die der verwendeten statistischen Variablen hinaus (OECD 1993). Sie fassen Informationen zusammen und tragen damit zu einer Verringerung der Komplexität bei. Mehrere Autoren (z. B. Turnhout 2007, Leroy 2007, Lehtonen et al. 2016) betrachten Indikatoren als Grenzobjekte zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft, zwischen Experten und Nicht-Experten, zwischen öffentlicher Statistik und Politik. Indikatoren können somit das Verständnis zwischen diesen Welten erleichtern.

Wie lassen sich also Indikatoren bereitstellen, die sowohl wissenschaftlich und statistisch solide als auch politisch und sozial relevant sind und die mit grösstmöglicher Objektivität interpretiert und verwendet werden können? Die Grundprinzipien der öffentlichen Statistik der Schweiz (BFS, Korstat 2012) und die BellagioStamp-Prinzipien (Pintér et al. 2012), die in die folgende Aufzählung eingeflossen sind, liefern Antworten auf diese Fragen.

› Der Kontext, in dem die Indikatoren entwickelt und verwendet werden, ebenso wie die Ziele, die sie messen – der Referenzrahmen also – müssen klar definiert und kommuniziert werden. Dieses Prinzip ermöglicht es, die Willkür bei der Entwicklung und Interpretation von Indikatoren einzuschränken.

› Die Indikatoren müssen eine Reihe von datenbezogenen Qualitätskriterien erfüllen, wie etwa die zeitliche und räumliche Ver-

gleichbarkeit der Daten und die Messmethoden, die internationalen Standards entsprechen. Die Indikatoren sollten nach dem Motto «so viele wie nötig und so wenige wie möglich» ausgewählt werden.

› Eine breite Beteiligung der Interessengruppen an der Entwicklung oder Auswahl von Indikatoren fördert deren Akzeptanz und spätere Verwendung. Sie ermöglicht es auch, das Know-how und Wissen dieser Interessengruppen einzubeziehen. So können die Indikatoren ihre Funktion als Grenzobjekte zwischen allen Beteiligten erfüllen. Dieser Partizipationsprozess muss aber von einer Definition der Rollen und Kompetenzen geleitet werden, damit die Unabhängigkeit der wissenschaftlichen oder statistischen Akteurinnen und Akteure gegenüber anderen gewahrt wird (BFS 2012).

› Nutzende der Indikatoren müssen freien Zugang sowohl zu Ergebnissen, Daten und Metadaten als auch zu Methoden und Annahmen haben, die die Konstruktion der Indikatoren geleitet haben.

› Der Kommunikation kommt eine besondere Bedeutung zu. Wichtig ist, dass die Indikatoren objektiv, einfach und für möglichst viele Menschen verständlich dargestellt werden. Da sie nur Repräsentanten einer komplexeren Realität sind, kann es sinnvoll sein, die von ihnen vermittelte Botschaft durch weitere Informationen zu ergänzen. Der für das Monitoring der Legislaturplanung entwickelte Clusteransatz (BFS 2015) kann mithelfen, die Auswahl und Nutzung dieser zusätzlichen Daten zu systematisieren. Schliesslich tragen innovative grafische Instrumente, Dashboards und Scoreboards dazu bei, einen Überblick über eine Reihe oder ein System von Indikatoren zu vermitteln.

## Wachsam und kritisch bleiben

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Indikatoren ausgezeichnete Kommunikationsinstrumente sind, die es möglich machen, einem breiten Publikum verständliche Informationen über komplexe Phänomene zu vermitteln. Man darf aber ihren normativen Charakter nicht vergessen und muss sich der Grenzen bewusst sein, die sich daraus ergeben, dass sie das beobachtete Phänomen oft nur teilweise repräsentieren. Deshalb bleiben die Dokumentation und Transparenz des Anwendungskontextes, der Methoden und der Annahmen, die zur Entwicklung der Indikatoren geführt haben, von grundlegender Bedeutung. Und nicht zuletzt sind politische Entscheidungstragende, Journalistinnen und Journalisten oder auch Bürgerinnen und Bürger, welche Indikatoren verwenden, dazu aufgefordert, diesen gegenüber wachsam und kritisch zu bleiben. •

› **DR. ANDRÉ DE MONTMOLLIN** leitet die Gruppe «Multithematisches Monitoring» der Sektion Umwelt, Nachhaltige Entwicklung, Raum (UNR) beim Bundesamt für Statistik. **ANNE BOESCH** und **MORITZ SCHÖNBÄCHLER** sind wissenschaftliche Mitarbeitende der Sektion UNR. >> Literatur biodiversity.scnat.ch/hotspot >>> Weitere Informationen statistik2030.ch, legislatur-indikatoren.admin.ch >>>> Kontakt [andre.montmollin@bfs.admin.ch](mailto:andre.montmollin@bfs.admin.ch)

# Indikatoren zur Biodiversität richtig interpretieren

**Biodiversitätsindikatoren haben zum Ziel, den Zustand und die Entwicklung eines bestimmten Aspekts der Biodiversität datenbasiert aufzuzeigen. Bei der Interpretation ist allerdings Sorgfalt geboten. Indikatoren vereinfachen stark – somit darf bei der Beurteilung der Ergebnisse der Kontext nicht ausser Acht gelassen werden.** VON NICOLAS STREBEL UND HANS SCHMID

Dem Aufzeigen von Biodiversitätstrends über Indikatoren kommt eine immer wichtigere Rolle zu: zur Erfolgskontrolle, zur politischen Rechtfertigung von Massnahmen oder zur Steuerung künftiger Prozesse. Um langfristig gesicherte Ergebnisse zu erhalten, sind ein repräsentatives Stichprobennetz und Kontinuität bei der Datenerhebung unerlässlich. Insbesondere dürfen sich über die Zeit keine methodischen Veränderungen einschleichen. Bei der Datenanalyse hingegen ist der Spielraum grösser, da sich die Rohdaten auch rückwirkend neu analysieren lassen. Dies bietet sich bei methodischen Innovationen an. Dabei ist in Kauf zu nehmen, dass sich auch die Indexwerte früherer Jahre leicht verändern können. Letztlich ist dies aber zu begrüssen, weil optimierte Berechnungen sich besser an die tatsächliche Entwicklung annähern.

## Was kann ein Biodiversitätsindikator?

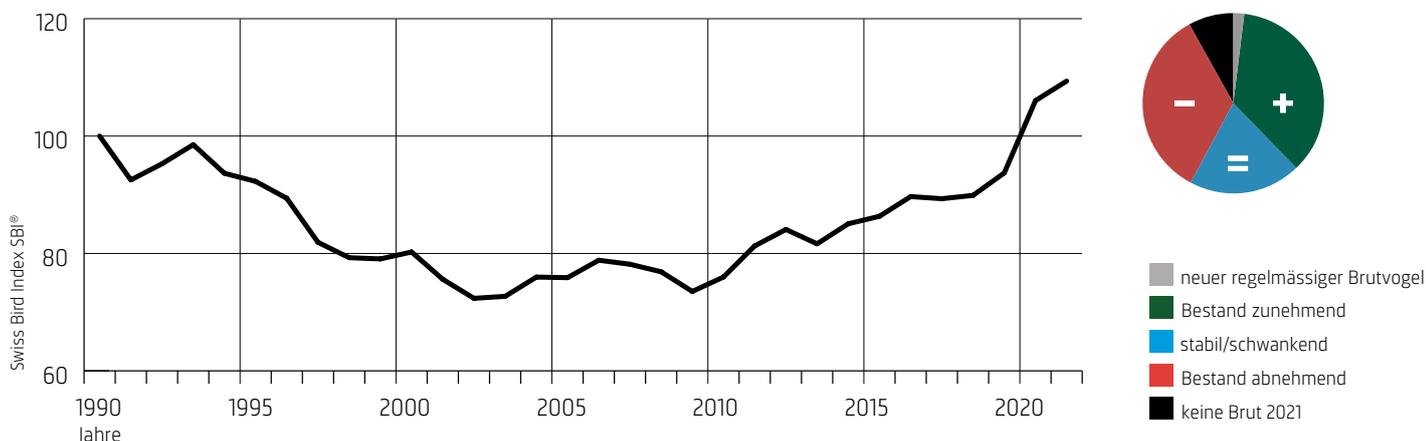
Biodiversitätsindikatoren haben meist ein klar definiertes Ziel. Sie messen eine Kennzahl im Zusammenhang mit Biodiversität in einem klar festgelegten Bezugsraum. Wiederholte Messungen erlauben Vergleiche über die Zeit. Beispielsweise wird im Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM seit über 20 Jahren unter anderem die Artenvielfalt auf Landschaftsebene erhoben. Bezugsraum ist die Schweiz respektive deren biogeografische Regionen. Berücksichtigt werden die Brutvögel, Tagfalter und Gefässpflanzen. Als Stichprobenflächen dienen dabei rund 500 regelmässig über die Schweiz verteilte Flächen von je einem Quadratkilometer. Die Aufnahmen der verschiedenen Artengruppen erfolgen nach klar definiertem Vorgehen. So lässt sich langfristig verfolgen, wie sich die mittlere Artenzahl pro Quadratkilometer in der Schweiz entwickelt. Bei vielen Biodiversitätskennzahlen können sich die Entwicklungen von Gebiet zu Gebiet sehr stark unterscheiden. Durch ein sau-

beres Stichprobendesign wird verhindert, dass regionale Trends oder Trends in einzelnen Höhenstufen das Gesamtergebnis verzerren.

Zusätzlich zur reinen Messung der Artenvielfalt können quantitative Erhebungen tiefere Einblicke in die Bestandsentwicklung von einzelnen Arten oder Artengruppen ermöglichen. So werden im Swiss Bird Index SBI® die Bestandstrends der regelmässigen Brutvogelarten kombiniert, um deren mittlere relative Bestandsentwicklung in der Schweiz abzuschätzen. Dabei werden entweder alle Arten oder nur ein Set von Arten berücksichtigt. In letzterem Fall kann man so die mittlere Bestandsentwicklung von ökologischen Gruppen (z.B. Kurz- oder Langstreckenzieher), typischen Arten eines Lebensraums (z.B. Feuchtgebietsarten) oder anderer definierter Artensets (z.B. Zielarten der Umweltziele Landwirtschaft UZL) verfolgen. Dadurch können mögliche Faktoren identifiziert werden, welche die Bestandsentwicklungen in der Vogelwelt erklären. Beispielsweise ist die mittlere Entwicklung der Standvögel und Kurzstreckenzieher deutlich positiver als jene der Langstreckenzieher. Die Zugstrategie dürfte somit mitbeeinflussen, ob eine Vogelart aktuell eher zu den Gewinnern oder den Verlierern gehört.

## Grenzen der Interpretation

Ein Anstieg der mittleren Artenvielfalt pro Stichprobenfläche wird typischerweise als «gutes Zeichen» für die Entwicklung der Biodiversität gewertet. Kernaussage des entsprechenden Indikators ist aber lediglich, dass die mittlere Artenzahl pro Fläche (z. B. ein Quadratkilometer) angestiegen ist. Die Ursachen dafür können unterschiedlich sein – und aus Naturschutz-Sicht sind sie nicht immer positiv zu werten.



Mittlere relative Brutbestandsentwicklung der 50 Arten des 2003 lancierten Programms «Artenförderung Vögel Schweiz» (schwarze Linie). Das Kuchendiagramm zeigt den Anteil Arten mit positiver, negativer und nicht-signifikanter Bestandsentwicklung sowie die als Brutvögel neu aufgetretenen respektive verschwundenen Arten. Quelle Schweizerische Vogelwarte Sempach.

Ein Grund für den Anstieg mag die durch Fördermassnahmen ermöglichte Rückkehr oder Neubesiedlung durch seltene Vogelarten sein. Ein Anstieg der mittleren Artenzahl pro Quadratkilometer könnte aber auch durch Vergandung extensiv genutzten Weidelandes erfolgt sein. Dann wandern rasch verschiedene, meist häufige Waldarten neu in die Fläche ein. Gleichzeitig verlieren heutzutage seltene, bodenbrütende Kulturlandbewohner ihren Lebensraum. Während durch solche Prozesse die mittlere Artenzahl pro Kilometerquadrat ansteigt, kann gleichzeitig die Artenzahl grossräumig abnehmen – etwa weil Bewohner seltener Habitate ganz verdrängt werden. Auch die Einwanderung von gebietsfremden Arten kann zu einem Anstieg der Artenzahl führen, solange dadurch nicht mindestens gleich viele andere Arten verdrängt werden. Für differenzierte Aussagen sind somit auch Datengrundlagen notwendig, die vertiefte Analysen zulassen. Ebenfalls wertvoll sind Indizes, die komplementäre Biodiversitätsaspekte abdecken. Die Indikatoren des Biodiversitätsmonitorings Schweiz BDM beinhalten zusammen ein breites Spektrum an unterschiedlichen Kennzahlen.

#### Was ist ein «guter» Indikator?

Indikatoren können die Gesellschaft über spezifische Entwicklungen informieren. Sie vereinfachen aber auch. Nur unter Berücksichtigung des Kontexts können sie dabei helfen, die richtigen Schlüsse zu ziehen und Prioritäten für die Zukunft zu setzen. Ein guter Indikator zeigt jedoch, ob ergriffene Massnahmen hin zum gewünschten Ergebnis führen.

Ein Beispiel dafür ist der SBI®-Teilindex «Prioritätsarten Artenförderung» (siehe Abbildung S. 16). Das Programm «Artenförderung Vögel Schweiz» wurde 2003 von BirdLife Schweiz und der Vogelwarte gestartet, um ausgewählte Vogelarten mittels spezifischer Massnahmen zu fördern. Dies scheint zumindest für einige Arten geglückt – die mit dem Index abgebildete mittlere Bestandentwicklung dieses Artensets ist inzwischen klar positiv. •

> **NICOLAS STREBEL** leitet den Bereich «Situation der Vogelwelt» an der Schweizerischen Vogelwarte Sempach. **HANS SCHMID** ist Leiter Monitoring an der Vogelwarte >> Weitere Informationen [artenfoerderung-voegel.ch](http://artenfoerderung-voegel.ch), [vogelwarte.ch](http://vogelwarte.ch) > >> Kontakt [hans.schmid@vogelwarte.ch](mailto:hans.schmid@vogelwarte.ch)



# Wie wird ein Index relevant für die Politik?

**Damit ein neuer Index oder Indikator politische Akzeptanz findet, ist es wichtig, dass er nicht nur wissenschaftlich robust, sondern auch relevant und für die Nutzerinnen und Nutzer verständlich ist. Dazu müssen deren Bedürfnisse in die Konzeption einbezogen werden.**

VON JULIE PERRIN UND KATHRIN SCHLUP

Indem Indizes und Indikatoren eine Vielzahl komplexer Daten zusammenfassen und visualisieren, liefern sie einen umfassenden Überblick über den Stand und die Entwicklung eines bestimmten Themas. Damit die politische Akzeptanz und Nutzung eines neuen Indexes gewährleistet ist, müssen die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer aber unbedingt bereits bei der Konzeption berücksichtigt werden. Genau das haben sanu und das Forum Biodiversität Schweiz im Rahmen des Pilotprojekts «Multi-dimensionaler Biodiversitätsindex MBI für die Schweiz» getan. Der vom World Conservation Monitoring Center (UNEP-WCMC) entwickelte und vom BAFU unterstützte Vorschlag für einen MBI will die Biodiversität besser in sektorübergreifende politische Entscheidungen integrieren. Zugleich soll er die Fortschritte bei der Erreichung der wichtigsten Biodiversitätsziele sowie die Beiträge der Natur für das Wohlergehen der Menschen bewerten. Der Index ist vergleichbar mit dem Index der menschlichen Entwicklung (Human Development Index HDI) oder dem Bruttoinlandsprodukt BIP, welches der vermutlich am häufigsten verwendete Indikator für nationalen Wohlstand ist. Während das Forum Biodiversität gemäss internationalen Vorgaben einen ersten Prototyp für einen MBI mit den in der Schweiz vorhandenen Daten berechnete (siehe S. 30), führte sanu den Dialog mit potenziellen Nutzerinnen und Nutzern.

## Zielgruppen identifizieren

sanu hat zunächst verschiedene Zielgruppen identifiziert. Um einen Einfluss auf die Biodiversitätspolitik zu haben, muss ein MBI einerseits für die Entscheidungstragenden im nationalen Parlament relevant sein. Andererseits müssen die Inhalte des MBI aber auch für die breite Öffentlichkeit verständlich sein, die bei Abstimmungen, die die Biodiversität direkt oder indirekt betreffen, ein gewichtiges Wort mitzureden hat. Vor Volksabstimmungen kommunizieren viele Akteure (NGOs, Wirtschaftsverbände und weitere) mit der Wählerschaft und übernehmen damit eine aktive Rolle als Multiplikatoren – also gehören auch diese zu den Anspruchsgruppen. Und natürlich muss ein MBI für diejenigen zugänglich sein, die über Massnahmen zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität entscheiden und diese umsetzen. Das Schweizer Pilotprojekt untersuchte daher nicht nur Anwendungsfälle eines MBI im Zusammenhang mit der Politikgestaltung und -umsetzung, sondern auch mit der Kommunikation.

Die Bedürfnisse, Hoffnungen und Befürchtungen der potenziellen Nutzerinnen und Nutzer (wissenschaftliche Gemeinschaft, öffentliche Verwaltung, NGOs, Wirtschaftsverbände) wurden bereits zu Beginn des Projekts in einem Kickoff-Workshop gesammelt. Die verschiedenen Ansichten zu den Herausforderungen rund um den MBI bildeten die Grundlage für die Entwicklung von Leitfragen für die weitere Arbeit: Welchen politischen Mehrwert bietet der MBI im Vergleich zu bestehenden Indikatoren? Kann der MBI verwendet werden, um Lücken in sektoriellen Politiken (z. B. Ener-

gie- oder Tourismusstrategien) bezüglich der Biodiversität zu identifizieren und zu schliessen? Wie können Nutzerinnen und Nutzer den MBI in ihre Kommunikation integrieren und dabei Fehlinterpretationen vermeiden?

Zur Beantwortung dieser Leitfragen haben wir Anwendungsbeispiele mit Mitarbeitenden von Bundesämtern, NGOs, Wirtschaftsverbänden und Universitäten diskutiert, dokumentiert und schliesslich mit Kommunikationsfachleuten und Vertreterinnen und Vertretern aus der Textil-, Detailhandels- und Recyclingbranche sowie der Wissenschaft getestet. Die Rückmeldungen zeigen, dass weitere Arbeiten nötig sind, um den MBI nicht nur wissenschaftlich robust, sondern auch in der Politik nutzbar zu machen. Im Gegenzug wurde den zukünftigen Nutzerinnen und Nutzern erläutert, was der Prototyp des MBI – in seiner aktuellen Form – leisten kann und was nicht. Diese beiden Aspekte sind grundlegend, um das Vertrauen der wissenschaftlichen und politischen Anspruchsgruppen in den MBI zu gewinnen.

## Mehrwert des Ansatzes

Ausgehend von den Bedürfnissen der potenziellen Nutzerinnen und Nutzer formulierten wir konkrete Empfehlungen für die Einführung eines MBI in der Schweiz. Der grösste Nutzen eines solchen Indexes liegt darin, dass er gleichzeitig einen Überblick über den Zustand verschiedener Dimensionen der Biodiversität im Laufe der Zeit liefern kann. MBI-Ergebnisse sollten zudem mit Kontextinformationen unterlegt werden, um ihr Verständnis zu erleichtern und sie mit den wichtigsten Einflussfaktoren und sektoriellen Politiken zu verbinden. Ebenso ist es wichtig, einen MBI mit Berichten über alltägliche und persönliche Erfahrungen mit der Biodiversität zu verknüpfen, um die Parlamentsmitglieder und die Schweizer Bevölkerung direkter anzusprechen. Ein MBI muss aber auch eine «offizielle Rolle» in der politischen Sphäre erlangen. Wenn es gelingt, einen wissenschaftlich fundierten und robusten MBI für die Schweiz zu erarbeiten, wäre die Aufnahme in die Legislaturindikatoren interessant.

All diese Empfehlungen müssen noch erforscht und validiert werden. Das Pilotprojekt hat es ermöglicht, die potenziellen Verwendungszwecke eines MBI in der Schweiz aus der Sicht der Nutzerinnen und Nutzer zu identifizieren. Eine aussergewöhnliche Gruppe von Menschen hat dabei interdisziplinär zusammengearbeitet und zahlreiche Ideen entwickelt. Dieses Engagement bot den involvierten Personen die Möglichkeit, die unterschiedlichen Bedürfnisse und Möglichkeiten der Zusammenarbeit besser zu verstehen und über gemeinsame Lösungen nachzudenken. Dafür haben sie ein grosses Dankeschön verdient. •

> **JULIE PERRIN** ist Sozialanthropologin und arbeitet als Projektleiterin im Bereich Transformation der sanu. **KATHRIN SCHLUP** ist Geografin, Ko-Direktorin der sanu und Leiterin des Bereichs Transformation.

>> Kontakt [jperrin@sanu.ch](mailto:jperrin@sanu.ch), [kschlup@sanu.ch](mailto:kschlup@sanu.ch)

# Mit Szenarien die Zukunft greifbar machen

**Szenarien zeigen uns eine Vielfalt von Entwicklungen auf und erlauben einen Blick in die Zukunft. Werden mehrere thematische Szenarien kombiniert, können auch Querschnittsthemen wie die Ökologische Infrastruktur abgebildet werden.** VON SVEN-ERIK RABE, PAULA MAYER, ANTOINE GUISAN, ANTHONY LEHMANN UND ADRIENNE GRÊT-REGAMEY

**S**zenarien zeigen, wie sich einzelne Aspekte aus Gesellschaft und Umwelt (z. B. Biodiversität) unter bestimmten Annahmen entwickeln könnten. Trotz Unsicherheiten ermöglichen sie, ein Minimum an Planungssicherheit in politische Prozesse einzubringen (Walton et al. 2019). Wesentlich ist eine solide Datengrundlage zum Ausgangszustand. Wichtig ist, dass die Monitoringprogramme die zu beschreibenden Grössen (z. B. die Artenvielfalt in einem Lebensraum) möglichst präzise und valide abbilden. Die Ausarbeitung von Szenarien erfordert zudem ein Verständnis der Systeme, ihrer Interaktionen und der treibenden Kräfte. Dazu muss ermittelt werden, wie sich verschiedene Aspekte der Gesellschaft oder der Umwelt, beispielsweise die Landnutzung oder das Klima, unter bestimmten sozioökonomischen und ökologischen Annahmen entwickeln könnten.

## Szenarien prüfen und anpassen

Durch die Koppelung an Modelle (z. B. Landnutzungsmodelle) gewinnen Szenarien an Informationsgehalt und Glaubwürdigkeit (z. B. Lütolf et al. 2009 für Schmetterlinge). Dabei werden die Parameter verschiedener Szenarien nicht nur logisch verknüpft und ihre Ausprägungen quantifiziert; es können auch räumliche Auswirkungen berechnet werden (Gago-Silva et al. 2017). Die Ergebnisse lassen sich anschliessend mittels Indikatoren beschreiben und für die Zielgruppe verständlicher kommunizieren.

Die zu erarbeitenden Szenarien, die Modellierung und die Bewertung der räumlichen Wirkungen müssen getestet und verbessert werden. Insbesondere bei normativen Szenarien (welche gewünschte Entwicklungen beschreiben) wird geprüft, ob die angestrebten Werte aus den Modellen resultieren und ob die verfügbaren Indikatoren diese auch abbilden können. Gegebenenfalls sind die Szenarien bzw. die Modelle anzupassen. In einem solchen Prozess werden nicht nur die Szenarien konkretisiert, sondern auch die Anwendbarkeit von Indikatoren unter sich ändernden Bedingungen geprüft und relevante Indikatoren identifiziert. Indikatoren in bestehenden und neu zu entwickelnden Monitoringsystemen sollen in verschiedenen sozio-ökologischen Szenarien der Beschreibung von Entwicklungen, Reaktionen und Auswirkungen dienen. Wenn dies der Fall ist, können sie als geeignet angesehen werden, die Effekte unterschiedlichster künftiger Massnahmen unter sich verändernden Umweltbedingungen abzubilden.

## Fallbeispiel Ökologische Infrastruktur

Im Projekt ValPar.CH setzen wir Szenarien ein, um die möglichen Veränderungen der Rahmenbedingungen, welche die Entwicklung der Ökologischen Infrastruktur beeinflussen, aufzuzeigen. Die Szenarien setzen sich aus der Kombination verschiedener gesellschaftlicher und ökologischer Parameter zusammen, die eine Wirkung auf die Ausgestaltung der Ökologischen Infrastruktur haben können. Dazu gehören unter anderem Faktoren des Klimas, der Sektoralpolitiken, der Bevölkerungsentwicklung und der Wirt-

schaft. Bestehende Szenarien (wie Klimaszenarien) werden in die neu entwickelten Szenarien eingebettet.

Bei der Entwicklung der Szenarien kombinieren wir normative und explorative Ansätze: Die Erarbeitung von normativen Szenario-Elementen erfolgt durch die partizipative Definition der wünschenswerten Zukunft (Visionen) (Sharpe et al. 2016) und durch die Einbettung in den vom Weltbiodiversitätsrat IPBES entwickelten Nature Future Framework (Pereira et al. 2020). Explorative Szenarien werden mit dem strukturierten Ansatz der formativen Szenarioanalyse aus den Ausprägungen der einflussreichsten Parameter konstruiert und beschreiben eine mögliche Zukunft. Besonderer Wert wird auf die Plausibilität der Szenarien gelegt. Gemäss Ramírez und Selin (2014) ist diese dann gegeben, wenn ihr Eintreten wahrscheinlich oder möglich ist.

## Szenarien können innovative, realisierbare Wege in eine wünschenswerte Zukunft zeigen.

Verschiedene Faktoren beschreiben die Szenarien und können insbesondere als Driver- und Pressure-Indikatoren abgebildet werden. Diese (und weitere) Faktoren wirken sowohl direkt auf die Ausgestaltung der Ökologischen Infrastruktur und die Biodiversität (z. B. Klima, Versiegelung, Lichtemission) als auch indirekt über das an die Szenarien gekoppelte Landnutzungsmodell (z. B. Agrarpolitik, Bevölkerungsentwicklung, raumplanerische Regelungen, Energienutzung).

Die Koppelung normativer und explorativer Szenarien mit Landnutzungs-, Ökosystemleistungs- und Biodiversitäts-Modellierungen und die Charakterisierung ihrer Resultate mittels Indikatoren erweitert insgesamt betrachtet die Möglichkeiten zur Planung und Entwicklung der Ökologischen Infrastruktur. Darüber hinaus entstehen durch die Integration von normativen Aspekten in die Szenarien Anregungen zu innovativen, realisierbaren Wegen in eine wünschenswerte Zukunft. •

> **DR. SVEN-ERIK RABE** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent an der ETH Zürich und Inhaber des Büros incolab. **PAULA MAYER** ist Umweltnaturwissenschaftlerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der ETH Zürich. **PROF. DR. ANTOINE GUISAN** ist Professor für Biogeographie und räumliche Ökologie an der Universität Lausanne und Spezialist für Artenverbreitungsmodelle. **PROF. DR. DR. ANTHONY LEHMANN** ist Professor am Institut für Umweltwissenschaften der Universität Genf. **PROF. DR. ADRIENNE GRÊT-REGAMEY** ist ordentliche Professorin am Lehrstuhl PLUS am Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung der ETH Zürich. >> Literatur biodiversity.ch/hotspot >>> Kontakt [rabes@ethz.ch](mailto:rabes@ethz.ch)

# Neue Technologien mit grossem Potenzial

**Neue Technologien verändern derzeit die Biodiversitätsforschung und -praxis und damit auch die Überwachung der biologischen Vielfalt. Insbesondere die Erfassung von Fernerkundungsdaten und von Daten, die von Bürgerinnen und Bürgern erhoben wurden, sowie die Datenverarbeitung mit maschinellem Lernen ist ein aufstrebender Bereich, der schnelle, umfassende und genaue Beschreibungen des Zustands der Biosphäre verspricht.** VON DEVIS TUJA, MARIA SANTOS UND ANTOINE GUISAN

**D**ie beispiellosen Verluste an biologischer Vielfalt und die prognostizierten Rückgangsraten machen deutlich, wie dringend die Überwachung der Biodiversität auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen ist (Skidmore et al. 2021). Die Überwachung erfolgt jedoch häufig auf lokaler Ebene, in der Regel durch Erhebungen vor Ort, was eine Verallgemeinerung auf ganze Regionen oder Länder erschwert. Mittlerweile wurden ergänzende Ansätze vorgeschlagen, um solche und weitere Lücken zu schliessen.

## Den Massstab vergrössern

Die Satelliten-Fernerkundung misst aus dem Weltraum die von der Erde reflektierte Sonnenenergie. Dies ermöglicht die Messung mehrerer Dimensionen der Biodiversität (Wang und Gamon 2019, Schweiger und Laliberte 2022) – von der im Phänotyp eingprägten Genetik bis hin zu Merkmalen, die mit den Reaktionen von Organismen auf veränderte Umweltbedingungen verbunden sind. Die jüngsten Fortschritte in der Fernerkundung eröffnen neue Möglichkeiten (Ustin und Middleton 2021). Besonders bemerkenswert ist die Synchronisierung der Missionen zweier bekannter Sensoren (Landsat und Sentinel-2), welche sichtbares und infrarotes Licht erfassen. Zusammen bieten diese Sensoren die grössten Datenarchive und werden es ermöglichen, die gesamte Erdoberfläche alle acht Tage mit Auflösungen zwischen 10 und 30 Metern zu beobachten.

## Die neuen Technologien erfordern eine intensive Zusammenarbeit zwischen Informatikern und Ökologinnen.

Eine weitere wichtige Entwicklung ist die Erhöhung der spektralen Auflösung neuer Satelliten in Richtung der sogenannten hyperspektralen Fernerkundung. Diese Technologie ermöglicht Messungen der biochemischen, physiologischen und strukturellen Eigenschaften von Pflanzen sowie eine bessere Erkennung und Kartierung von Arten.

In der Schweiz wurden Satellitenbilder zur Überwachung von Arten (Regos et al., in press) und der biologischen Vielfalt (Rossi et al. 2020) sowie zur Warnung vor wichtigen Trends wie der Begrünung der Alpen (Rumpf et al. 2022) oder den jüngsten Dürreperioden (Sturm et al. 2022) eingesetzt. Um Fortschritte zu erzielen, ist unter anderem eine bessere Abstimmung zwischen Fernerkundungs- und Felddaten erforderlich (Cavendar-Bares et al. 2022).

## Die Bevölkerung einbeziehen

Bürgerinnen und Bürger sind zunehmend bereit, sich an der Überwachung der Biodiversität zu beteiligen. Neben der Meldung von Artenbeobachtungen (Anderson et al. 2016) gibt es viele weitere Beteiligungsformate zur Wissensgenerierung (McKinley et al. 2017). Die dabei zum Einsatz kommenden Kameras sind im Raum sehr gut verteilt, da heutzutage die meisten Menschen ein Mobiltelefon besitzen. Mittlerweile gibt es mehrere Portale, die Amateurfotos für die Wissenschaft sammeln (z. B. Meldetools von InfoSpecies).

Die Freiwilligen werden im Hintergrund unterstützt, z.B. durch Sortierungstechniken, die die vielfältigsten und interessantesten Bilder anzeigen, oder durch den Einbau von Spielelementen, um die Teilnehmenden zu unterhalten und aktiv zu halten (Ofli et al. 2016). Portale wie iNaturalist oder eBird sind heute für alle zugänglich. Sie sammeln Informationen zu Artvorkommen mit Hilfe von geolokalisierten Bildern und nutzen fortschrittliche Algorithmen des maschinellen Lernens, um sie in Kategorien zu sortieren. Sie bieten aber auch Protokolle für den Datenaustausch zwischen den Nutzenden sowie eine direkte Verbindung zu Expertinnen und Experten. Diese Portale verbinden Datenerfassung mit Informationsextraktion, schaffen eine Gemeinschaft und liefern Daten für Artenverteilungsmodelle.

Und es bleibt nicht beim Hochladen von Bildern. Die Bürgerwissenschaft nutzt alle Arten von sozialen Medien, um Informationen über Begegnungen mit bedrohten Arten zu sammeln. Wildbook.org ist ein Paradebeispiel: Es setzt unter anderem Programme ein, die YouTube nach Videos von Begegnungen mit Walhaien durchsuchen. Sobald sie diese gefunden haben, sammeln die Bots Informationen über Zeit und Ort der Begegnung und führen Modelle durch, um das einzelne Tier zu identifizieren; wenn sie nicht alle Informationen abrufen können, interagieren sie mit dem Hochladenden des Videos in den Kommentarbereichen. Dieser Ansatz erhöht die Zahl der gemeldeten Begegnungen drastisch (Rowat et al. 2021).

## Maschinelles Lernen beschleunigt Überwachung

Diese neuen Möglichkeiten der Datenerhebung sind nicht sofort auswertbar. Sie erfordern eine Vorverarbeitung und Modelle, die unterschiedlicher Natur sein können und zum Teil auf maschinellem Lernen beruhen – eine Technologie, deren Leistung derjenigen von Expertinnen und Experten gleichkommt (Torney et al. 2019). Ziel des maschinellen Lernens ist es, eine Vorhersagefunktion zu entwickeln, die bei bestimmten Eingabedaten (z. B. Kamerafallen) ein interessantes Merkmal (z. B. das Vorhandensein eines Tieres oder einer Art) genau vorhersagt. Durch die Betrachtung von Millionen von Daten-Merkmal-Paaren lernen Maschinen, welche visuellen Elemente des Bildes wichtig sind. Dank der oben beschriebenen neuen Datenquellen wird es zunehmend möglich, Technolo-



Biodiversitätsdaten, die mit den neuen Technologien gewonnen werden, sind oft nicht sofort auswertbar und erfordern eine Vorverarbeitung und Modelle, die zum Teil auf maschinellem Lernen beruhen. Foto Beat Ernst

gien des maschinellen Lernens für die Überwachung der biologischen Vielfalt einzusetzen (Tuia et al. 2022), z. B. zur Erkennung von Säugetieren in Luftaufnahmen (Kellenberger et al. 2018, 2021). Die neuen Technologien sind insgesamt sehr vielversprechend, erfordern aber eine intensive Zusammenarbeit zwischen Informatikern und Ökologinnen weltweit. Diese Zusammenarbeit muss sicherstellen, dass die Modelle ökologisches Wissen berücksichtigen und die Herleitung der Vorhersagen transparent und erklärbar ist (Tuia et al. 2021). Darüber hinaus gilt es, die vielen möglichen Verzerrungen bei der Datenerfassung sorgfältig zu berücksichtigen, da der Zugang zu Citizen-Science-Portalen oder Rechenressourcen weltweit ungleich verteilt ist. •

> **PROF. DR. DEVIS TUIA** ist Professor für Computational Environmental Science an der EPF Lausanne und Spezialist für Methoden des maschinellen Lernens und der Fernerkundung. **PROF. DR. MARIA J. SANTOS** ist Professorin für Erdsystemwissenschaften an der Universität Zürich. **PROF. DR. ANTOINE GUISAN** ist Professor für Biogeographie und räumliche Ökologie an der Universität Lausanne und Spezialist für Artenverbreitungsmodelle. >> Literatur [biodiversity.scnat.ch/hotspot](http://biodiversity.scnat.ch/hotspot)  
>>> Kontakt [devis.tuia@epfl.ch](mailto:devis.tuia@epfl.ch)

# Mit Umwelt-DNA Biodiversität erfassen

**Die Nutzung der Umwelt-DNA ist eine der grössten Revolutionen zur Erfassung der Biodiversität der letzten Jahrzehnte. Umwelt-DNA ermöglicht das Monitoring von Arten verschiedenster Organismengruppen, von Bakterien bis zu Wirbeltieren, und viele Arbeitsschritte können automatisiert werden. Dieses Potenzial für die Monitoringprogramme sollte genutzt werden.** VON FLORIAN ALTERMATT UND LOÏC PELLISSIER

**U**mwelt-DNA (eDNA = environmental DNA) ist DNA, die aus einer Umweltprobe extrahiert wird, beispielsweise aus einer Wasser- oder Bodenprobe (Abbildung 1). Mit Hilfe von genetischen Methoden kann diese DNA isoliert, vervielfältigt und abgelesen werden (Abbildung 2). Die daraus gewonnenen Gen-Sequenzen erlauben eine Zuteilung zu bestimmten Organismen oder können direkt für das Verständnis der entsprechenden Genfunktionen genutzt werden.

Die wissenschaftliche Entwicklung der eDNA-Methoden erfolgte rasant. Fast zeitgleich wurden mögliche Anwendungsbereiche getestet und implementiert. Auf europäischer Ebene hat ein internationales Forschungsnetzwerk in Zusammenarbeit mit Forschenden aus der Schweiz im Rahmen der «DNAqua-COST Action» die Etablierung und Standardisierung von eDNA vor allem im Gewässerbereich vorangetrieben. Seitens BAFU bestehen mittlerweile schon Richtlinien für die Anwendung von eDNA-Methoden in biologischen Untersuchungen und für die Bewertung von aquatischen Ökosystemen. Nach einem Jahrzehnt an Forschung ist die Methode bereit für die Implementierung in Monitoringprogrammen und im Management. Auch die Erfassung der Biodiversität in Böden mit Hilfe von eDNA ist bald für ein reguläres Monitoring nutzbar. Beispielsweise könnte dadurch der Zustand und die Entwicklung der Bodenbiodiversität besser erfasst werden, was für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und eine nachhaltige Landwirtschaft relevant ist.

## Von Wirbeltieren bis zu Bakterien

Ziel jedes Biodiversitätsmonitorings ist es, replizierbare, zuverlässige und breit abgestützte Aussagen über den Zustand und die Veränderung der Biodiversität zu generieren. Dies erfolgte bisher über ein kleines Set von Indikatorgruppen (beispielsweise terrestrische Gefässpflanzen, Brutvögel, Tagfalter oder einzelne Familien aquatischer Insekten). eDNA ermöglicht die Erfassung aller Organismen, zum Beispiel von Wirbeltieren (z. B. Fischen oder Amphibien), Insekten oder Mikroorganismen wie Protozoen, Nematoden oder Bakterien – und zwar mit einer einzigen Methode. Die Methode erlaubt auch die Erfassung von Pathogenen (z. B. PKD oder Sars-CoV-2) und das Monitoring von funktionellen Genen. Gerade im Kontext der Biodiversität im Boden oder in den Gewässern, welche die Grundlage für entscheidende Ökosystemfunktionen wie Kohlenstoffspeicherung oder Wasserreinigung bildet, kann die eDNA Bereiche abdecken, die bisherige Biodiversitätsmonitorings gar nicht oder nur sehr indirekt erfassen.

Die Probenahme ist relativ einfach und kann in bestehende Programme integriert werden. Wichtig ist die Verwendung standardisierter Protokolle. Erst die Probenverarbeitung erfordert spezialisierte Laborinfrastruktur und -kenntnisse.

Bisherige Anstrengungen galten vor allem der Frage, wie gut eDNA klassische Indikatorgruppen, beispielsweise gewisse Ge-

wässerinsekten oder Fische, erfasst. Ein solcher Vergleich ist wichtig, um die Langfristigkeit bestehender Zeitreihen zu gewährleisten und weiterzuführen. Der Fokus sollte aber nicht nur auf der Vergleichbarkeit und dem Abgleich zu bestehenden Methoden liegen, sondern vor allem auf dem erweiterten Potenzial der eDNA-Ansätze. Es geht weniger darum, eine bestehende Methode zu ersetzen, sondern eher, neue Möglichkeiten zu nutzen. Damit dieses Potenzial nicht brachliegt, sollten kantonale wie nationale Monitoringprogramme mit eDNA-Modulen ergänzt werden.

## Hauptfokus Gewässer und Böden

Aus unserer Sicht bietet die eDNA-Methode vor allem ein grosses Potenzial zur Erfassung der Biodiversität in Gewässern und in Böden – beides Lebensräume, deren Biodiversität in der Schweiz nur schlecht erfasst ist. In Gewässern wird DNA sowohl entlang des Gewässers wie auch zwischen Land und Wasser transportiert. Dies erlaubt es, das eDNA-Signal mit Blick auf das Einzugsgebiet zu interpretieren. Mit einer lokal gesammelten eDNA-Probe können also Aussagen zur Biodiversität von Teileinzugsgebieten gemacht werden.

Am besten etabliert ist die Nutzung von eDNA für die Erfassung von Amphibien, Fischen und Kieselalgen. Bei den aquatischen Invertebraten kann mit eDNA vor allem ein breiteres Spektrum an taxonomischen Gruppen abgedeckt werden. In Böden erlaubt die



**Abbildung 1:** Gewinnung einer Wasserprobe für die Extrahierung von DNA.  
Foto Flurin Leugger

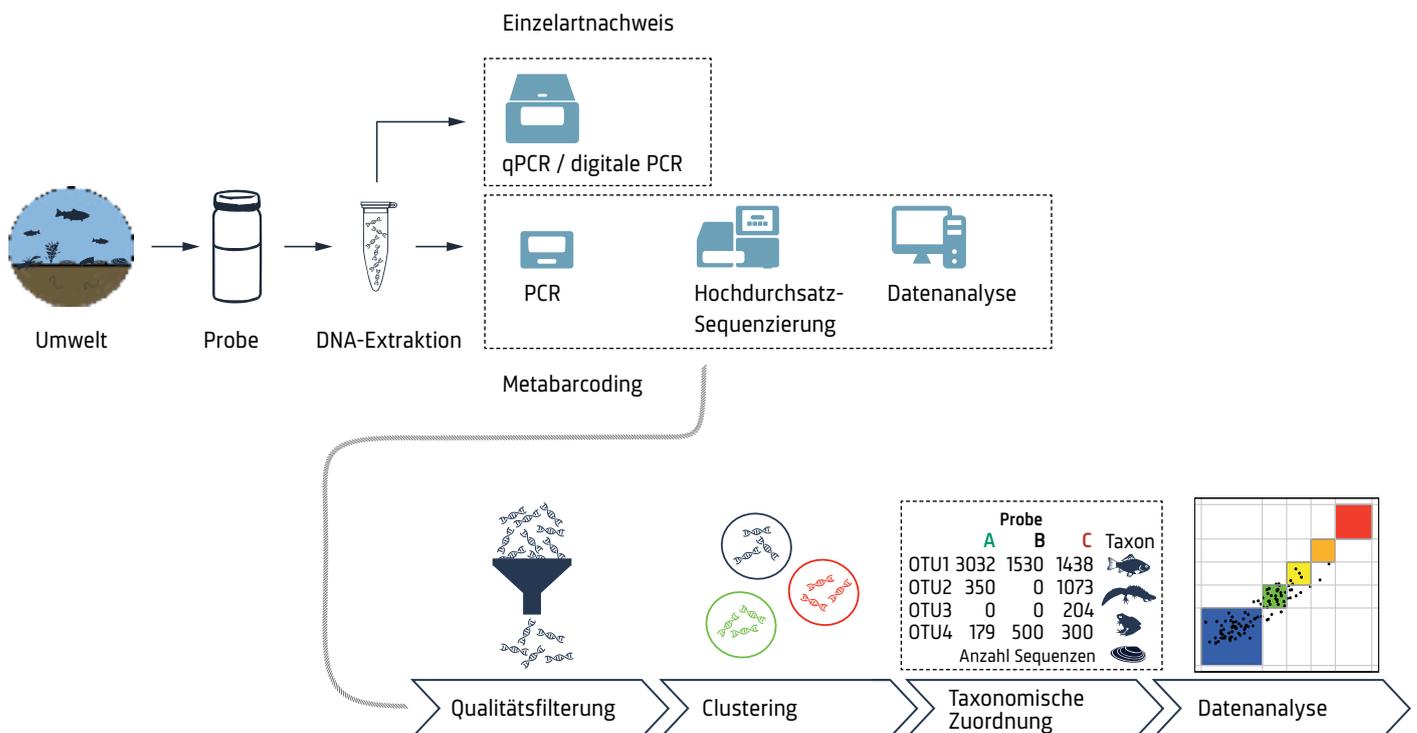
eDNA erstmalig eine einfache und standardisierte Erfassung biologisch wichtiger Organismengruppen und deren Integration in Nahrungsnetzen.

**In Monitoringprogramme integrieren**

Für diese Nutzungen der eDNA ist schon genügend Wissen vorhanden, sodass allgemeine Rahmenbedingungen sowie grundsätzliche Prinzipien zum Sammeln und Interpretieren der Daten auch langfristige Vergleiche der Daten ermöglichen. Neuere Forschungsschwerpunkte liegen in der Nutzung der eDNA im Grundwasser, der Rekonstruktion von Interaktionsnetzwerken und der Extraktion von DNA aus der Luft. Diese Arbeit steckt teilweise noch in den Kinderschuhen. Es soll erwähnt sein, dass auch eDNA – wie alle Monitoringmethoden – Grenzen hat. Dies sind insbesondere grosse Unsicherheiten bei der Abschätzung von Populationsgrößen/Abundanzen sowie die Unmöglichkeit, Eigenschaften von Individuen zu erfassen (z. B. Grösse oder Geschlecht). Die Weiterentwicklung von Biodiversitätsmonitorings anhand der eDNA hat viele Hoffnungen geschürt, gerade im Bereich der Optimierung, der Effizienzsteigerung und der höheren taxonomischen und räumlichen Auflösung. Viele davon konnten oder können erfüllt werden. Es ist darum wichtig, die eDNA-Methode rasch in bestehende Biodiversitäts-Monitoringprogramme zu integrieren und

das Potenzial zu nutzen. Dabei ist es zentral, dass keine Sachzwänge bestehender Methoden übernommen werden, beispielsweise die Erfassung nur weniger Familien aquatischer Insekten. Insgesamt betrachtet sind die Möglichkeiten der eDNA-Methode sehr gross. Schon jetzt sehen wir – sprichwörtlich – das Glas Wasser mit dem DNA-Signal mehr als halb voll als Beitrag für die Biodiversitätsmonitorings. Die Integration von eDNA in Biodiversitätsmonitoring-Programme sollte rasch umgesetzt werden. •

- > **PROF. DR. FLORIAN ALTERMATT** ist Professor für Aquatische Ökologie an der Universität Zürich und der Eawag sowie Präsident des Forums Biodiversität. Seine Forschungsgruppe entwickelt seit rund einem Jahrzehnt eDNA-Ansätze zur Erfassung der Biodiversität.
- > **PROF. DR. LOÏC PELLISSIER** ist Professor für Ökosysteme und Landschaftsevolution an der ETH Zürich und der WSL und Vizepräsident des Forums Biodiversität. Er entwickelt Methoden zur Verbesserung der Überwachung der biologischen Vielfalt durch Umwelt-DNA.
- >> Kontakt [florian.altermatt@ieu.uzh.ch](mailto:florian.altermatt@ieu.uzh.ch), [loic.pellissier@usys.ethz.ch](mailto:loic.pellissier@usys.ethz.ch)



**Abbildung 2, oben:** Ablauf einer eDNA-Analyse für Einzelartnachweise und Metabarcoding. **Unten:** Prozess der Datenanalyse bei einer Hochdurchsatz-Sequenzierung. Verändert nach Pawlowski et al. 2020 / Laure Apothéloz-Perret-Gentil

# Monitoring der genetischen Diversität nimmt Formen an

**Das Monitoring der genetischen Diversität könnte schon bald ein neues Element der Biodiversitätsmonitoring-Landschaft in der Schweiz sein. Es würde die bestehenden Monitorings komplementieren, indem es die grundlegende Ebene der Biodiversität, die genetische Diversität innerhalb von Arten, überwacht. Die Schweiz übernimmt mit der Pilotstudie für ein Monitoring der genetischen Diversität international eine Vorreiterrolle.** VON MARTIN C. FISCHER, ANDREA RYFFEL, KATHRIN RUPRECHT UND ALEX WIDMER

**D**ie genetische Diversität (GenDiv) ist die Gesamtheit der erblichen Unterschiede im Erbgut (DNA) aller Individuen innerhalb einer Art. Sie bildet das Rohmaterial für die Evolution, ist Voraussetzung für künftige Anpassungen und damit für das langfristige Überleben von Arten und hat einen positiven Einfluss auf Lebensgemeinschaften, Ökosysteme und deren Leistungen.

Zu den Herausforderungen der Pilotstudie gehören insbesondere die Artenauswahl, die Entwicklung einer einheitlichen Sammelstrategie, die Beprobung, die Auswahl der Indikatoren sowie die Dokumentation und Aufbewahrung der Proben und Daten. Die in der Schweiz gemachten Erfahrungen werden international diskutiert und aufgenommen (Hvilsom et al. 2022, O'Brien et al. 2022).



**Abbildung 1:** Die fünf Arten der Pilotstudie (von links): Scheiden-Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), Kreuzkröte (*Epidalea calamita*), Kartäusernelke (*Dianthus carthusianorum*), Goldammer (*Emberiza citrinella*), Baldrian-Scheckenfalter (*Melitaea diamina*). Photos Martin C. Fischer

Die Strategie Biodiversität Schweiz hat der Erhaltung der genetischen Diversität eine grosse Bedeutung beigemessen und erwähnt sie in drei ihrer zehn strategischen Ziele (BAFU 2012). Folgerichtig ist die Vermeidung der genetischen Verarmung auch ein zentrales Anliegen des Aktionsplans Strategie Biodiversität Schweiz (BAFU 2017). Die Untersuchung der genetischen Diversität wildlebender Arten war und ist allerdings eine methodische, technische und logistische Herausforderung. Aufgrund des schnellen technologischen Fortschritts bei der DNA-Sequenzierung und computergestützten Datenanalyse ist es mittlerweile aber möglich, genetische Diversität umfassend zu erheben.

## Grosse Herausforderungen

Basierend auf einer Machbarkeitsstudie (Fischer et al. 2020) läuft seit 2020 an der ETH Zürich eine dreijährige Pilotstudie. Ziel ist es, Referenzwerte für die genetische Diversität von fünf einheimischen Arten zu erheben (Abbildung 1). Von zwei dieser Arten werden zudem mögliche Veränderungen der genetischen Diversität im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts untersucht.

Weil die Vergleichbarkeit der Daten langfristig gewährleistet sein muss, wird von allen untersuchten Individuen das gesamte Erbgut sequenziert. Mit diesen umfangreichen genetischen Daten lassen sich anschliessend Indikatoren berechnen, welche Aussagen über den aktuellen Zustand und die Veränderung der genetischen Diversität ermöglichen. Solche Veränderungen können als Frühwarnsignal dienen, Unterschiede im Grad der funktionellen Vernetzung messen oder zur Wirkungskontrolle von Massnahmen im Rahmen der Ökologischen Infrastruktur beitragen. Damit die Ergebnisse für die Praxis relevant sind, wird der Dialog mit Vertreterinnen von Bund, Kantonen, Universitäten, wissenschaftlichen Sammlungen und Museen sowie Umwelt- und Planungsbüros geführt (Pärli et al. 2021).

## Repräsentative Probenahme

Die fünf für die Pilotstudie ausgewählten Arten haben spezifische Lebensraumsansprüche, sind in ihrer Verbreitung durch den Menschen eingeschränkt oder sind in der Schweiz gefährdet. Die entwickelte Sammelstrategie berücksichtigt ihre Verbreitung in den sechs biogeografischen Regionen der Schweiz, gewichtet diese und wählt dann zufällig die 30 zu untersuchenden Populationen pro Art aus (Abbildung 2). Dies ist aufwändig, stellt jedoch eine repräsentative Probenahme sicher, wie an der Abdeckung der artspezifischen klimatischen Nischen am Beispiel des Scheiden-Wollgrases in Abbildung 3 ersichtlich wird.

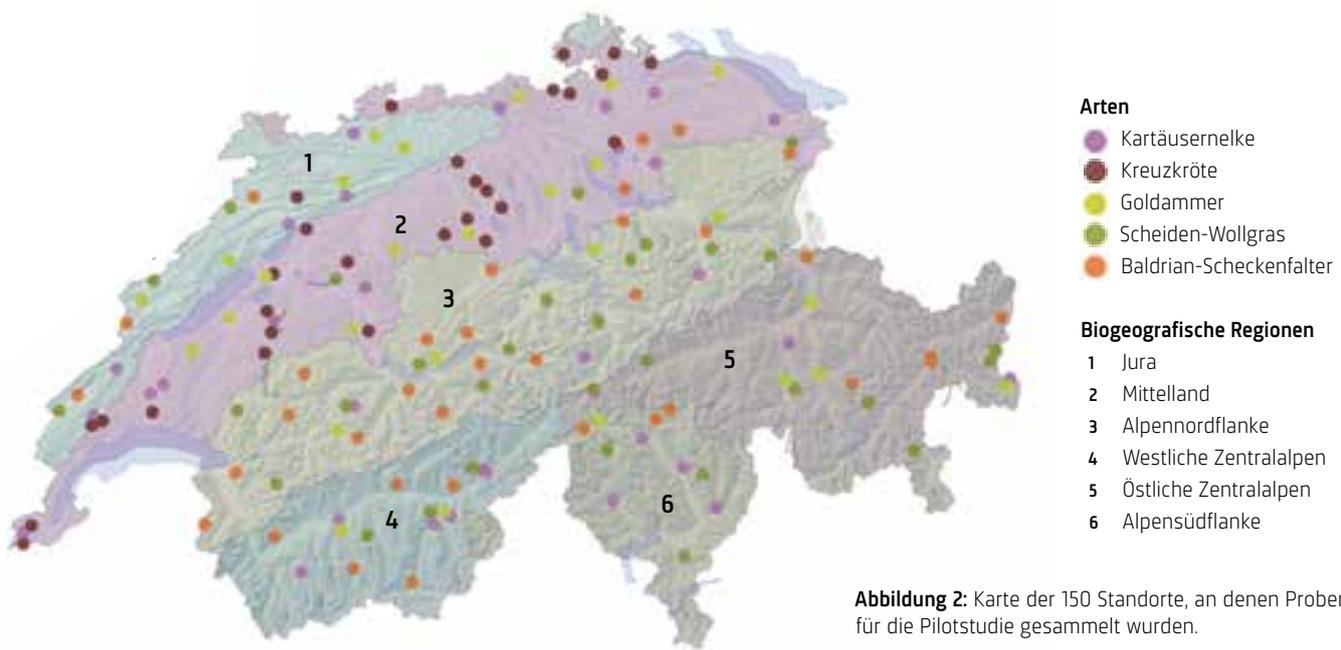
Insgesamt sammelten wir 2021 und 2022 in Zusammenarbeit mit info fauna – karch, der Schweizerischen Vogelwarte Sempach sowie Umwelt- und Planungsbüros über 1200 Proben. Für die retrospektive Analyse der genetischen Diversität über das vergangene Jahrhundert haben wir das Scheiden-Wollgras (Abbildung 4) und den Baldrian-Scheckenfalter ausgewählt. Aus insgesamt 400 Proben, die aus 13 wissenschaftlichen Sammlungen in der Schweiz stammen, wurde in einem spezialisierten Reinraum-Labor DNA isoliert. Diese und alle neu gesammelten Proben werden nun sequenziert und künftig am Naturhistorischen Museum Bern und der ETH Zürich aufbewahrt.

## Pilotstudie mit ersten Erfahrungen

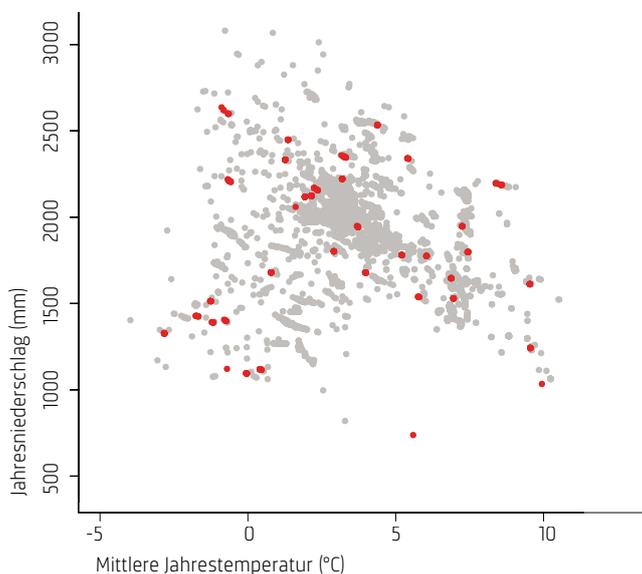
Ein Hochleistungsrechner der ETH bestimmt im Rahmen der Datenauswertungen Referenzwerte für die genetische Diversität der fünf Arten, berechnet ausgewählte Indikatoren und erfasst zeitliche Veränderungen der genetischen Diversität. Diese Resultate werden erste Einblicke zum Zustand der genetischen Diversität liefern und zusammen mit den gemachten Erfahrungen den Grundstein für ein künftiges Monitoring der genetischen Diversität in der Schweiz legen. Dieses soll eine möglichst repräsentati-

ve Auswahl von Pflanzen-, Pilz- und Tierarten periodisch erfassen, genetische Veränderungen aufdecken und gemeinsam mit den anderen Monitorings der Schweiz zur Erhaltung unserer Biodiversität beitragen. •

> DR. MARTIN C. FISCHER leitet die Pilotstudie mit Unterstützung von ANDREA RYFFEL und KATHRIN RUPRECHT. Die Oberleitung liegt bei PROF. DR. ALEX WIDMER, Professor für Ökologische Pflanzengenetik am Institut für Integrative Biologie des Departements Umweltsystemwissenschaften der ETH Zürich. >> Literatur biodiversity.scnat.ch/hotspot >>> Weitere Informationen gendiv.ethz.ch >>>> Kontakt martin.fischer@usys.ethz.ch



**Abbildung 2:** Karte der 150 Standorte, an denen Proben für die Pilotstudie gesammelt wurden.



**Abbildung 3:** Die zufällig ausgewählten Populationen (rote Punkte) decken die klimatische Nische des Scheiden-Wollgrases in der Schweiz gut ab (graue Punkte). Quelle graue Punkte: Info Flora



**Abbildung 4:** Historisches Herbariumsexemplar des Scheiden-Wollgrases aus dem Jahr 1916, das im Reinraum-Labor genetisch analysiert wird. Quelle: Vereinigte Herbarien Zürich Z+ZT.



Schweizerische Eidgenossenschaft **Bundesamt für Landwirtschaft BLW**  
 Confédération suisse  
 Confederazione Svizzera  
 Confederaziun svizra

## Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen in der Schweiz

**Ein Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (PGREL) sowie ihrer Nutzung ist wichtig, um Trends frühzeitig zu erkennen und Massnahmen einzuleiten. Ein Projekt der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen (SKEK) wird ab 2023 die dazu notwendigen Daten erheben und für die Bewusstseinsbildung nutzen.**

VON FRANÇOIS MEIENBERG

**D**ie Wichtigkeit der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von PGREL ist bekannt und wurde durch internationale Abkommen wie der Biodiversitätskonvention, dem Internationalen Vertrag über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft oder dem globalen Aktionsplan für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung von PGREL erkannt und eingefordert. Seit 1999 werden im Rahmen des Nationalen Aktionsplans Massnahmen zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von PGREL durchgeführt. Ein wesentlicher Teil der Massnahmen wird durch private Akteure wie ProSpecieRara und weitere Mitglieder der SKEK umgesetzt, die sich bereits vorgängig und seit vielen Jahren für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung engagiert haben.



Damit die Schweiz ihre reichhaltige Agrobiodiversität erhalten und nachhaltig nutzen kann, benötigt sie ein Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft.

Foto ProSpecieRara | Sava Buncic

### Unschärfe Ziele für PGREL

Doch wo stehen wir heute? Sind die Ziele erreicht? Wurden überhaupt genaue Ziele definiert? Und wie messen wir den Grad der Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von PGREL?

In der Schweiz beschränkt sich das jährlich fortlaufende Monitoring dieses Teilaspekts der Agrobiodiversität bisher auf ein einziges Ziel mit einem Indikator. Im Rahmen der Umsetzung der

Sustainable Development Goals SDGs in der Schweiz wurde das Ziel wie folgt definiert (Schweizer Unterziel 2.5): «Die Landwirtschaft erhält und fördert die einheimische genetische Vielfalt für Ernährung und Landwirtschaft, einschliesslich der wilden Verwandten der landwirtschaftlich genutzten Arten. Damit trägt sie wesentlich zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von einheimischen Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und von Schweizer Nutzierrassen bei.»

Für dieses sehr allgemein formulierte und nicht quantitative Ziel wurde im Rahmen des Monet-Indikatorensystems folgender Indikator gesetzt, der jedoch nur einen kleinen Teilaspekt abdeckt: «Anzahl pflanzengenetischer Ressourcen (Akzessionen) in der Nationalen Datenbank für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der PGREL.» Seit Beginn der Erhebung zeigt die Statistik einen gleichbleibenden Wert von rund 5400 Akzessionen in der nationalen Genbank und ist somit wenig aussagekräftig.

Auch in den Umweltzielen Landwirtschaft ist das Ziel zur Agrobiodiversität sehr schwammig definiert und weist keinen Indikator auf: «Die Landwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von einheimischen Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und von Schweizer Rassen.» Auf internationaler Ebene hat die «Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture» für die Umsetzung des globalen Aktionsplanes konkretere Arbeit geleistet und drei Ziele (Erhaltung, nachhaltige Nutzung und institutionelle und menschliche Kapazitäten) definiert und ihnen 63 Indikatoren zugeordnet. Diese werden auch in der Schweiz im Rahmen der Berichterstattung an die FAO sporadisch erhoben (ca. alle 6 Jahre). Da nicht alle notwendigen Daten greifbar sind und aufgrund begrenzter Ressourcen auch nicht erhoben werden können, ist die Berichterstattung jedoch lückenhaft.

### Datenerhebung in den Startlöchern

An der Jahresfachtagung der SKEK im November 2020 wurde die Thematik diskutiert. Der Tenor war, dass bezüglich Monitoring (Ziele und Indikatoren) in der Schweiz noch Defizite bestehen und dass die SKEK sich dieser Aufgabe gemeinsam mit Partnern annehmen soll. Es wurde eine Arbeitsgruppe gegründet, welche im vergangenen Jahr im Austausch mit Expertinnen und Experten der Bundesverwaltung, der Forschung, Nutzenden und Verbänden eine vorläufige Liste von 15 Indikatoren erarbeitet hat. Diese

lehnen sich mehrheitlich stark an jene der FAO an, wurden aber teils an die Schweizer Verhältnisse angepasst. Analog dem System der FAO werden die Indikatoren unter den drei Zielen Erhaltung, nachhaltige Nutzung sowie institutionelle und menschliche Kapazitäten zusammengefasst.

Mit der Auswahl der Indikatoren wurde versucht, das ganze Spektrum der NAP-PGREL abzudecken. Sie umfassen einerseits den Bereich der Erhaltung (*in-situ* und *ex-situ*, inklusive den Crop Wild Relatives), aber auch den Bereich der nachhaltigen Nutzung, wo unter anderem die Verwendung der Diversität im Rahmen des Anbaus und der Züchtung gemessen werden soll. Zudem soll evaluiert werden, wie stark das Wissen zur Agrobiodiversität im Rahmen der landwirtschaftlichen Ausbildung gefördert wird. Für die Datenerfassung braucht es die Zusammenarbeit mit einem ganzen Netzwerk, welches u. a. Erhaltungsorganisationen, bäuerliche Organisationen, Züchter, Hochschulen und das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) umfasst. Um das Monitoring in den kommenden Jahren umzusetzen und die notwendigen Daten zu erheben, hat die SKEK gemeinsam mit ProSpecieRara beim Bundesamt für Landwirtschaft einen entsprechenden Antrag eingereicht, der im September 2022 bewilligt wurde. So kann ab 2023 im Rahmen des Pilotprojektes mit den Erhebungen begonnen werden.

Ein Monitoring der Erhaltung und der nachhaltigen Nutzung von PGREL wird dazu beitragen, dass die Schweiz ihr Ziel, die Agrobiodiversität zu erhalten und nachhaltig zu nutzen, besser erreichen wird. Je besser man darüber informiert ist, wo man steht und wohin der Weg führen soll, desto effizienter können zielführende Massnahmen ergriffen werden. Mit einer Publikation der Resultate werden zudem auch die Bevölkerung und die Politik für das Thema sensibilisiert, was wiederum zur Zielerreichung beitragen wird. •

> **FRANÇOIS MEIENBERG** ist Projektleiter Saatgutpolitik bei ProSpecieRara. >> Weitere Informationen [pgrel.admin.ch](mailto:pgrel.admin.ch)  
>>> Kontakt [francois.meienberg@prospecierara.ch](mailto:francois.meienberg@prospecierara.ch)

### Zielwerte als Voraussetzung für ein Monitoring

Die Ziele der Landwirtschaft sind in Artikel 104 und 104a der Verfassung definiert. Der Ernährungssicherheit (104a) musste während der COVID-19-Pandemie besondere Beachtung geschenkt werden. Trotz aller Einschränkungen war der Zugang der Bevölkerung zu Lebensmitteln jederzeit gewährleistet. Ein Rückblick auf die COVID-19-Pandemie hat uns zudem gelehrt, dass jedes Monitoring so zu gestalten ist, dass rechtzeitig effektive Massnahmen zur Reduktion bestimmter Auswirkungen, z. B. der Spitalbettenbelegung auf Intensivstationen, umgesetzt werden können. Dazu wurden verschiedene Daten/Indikatoren erhoben, welche zuverlässige Hinweise zu den Auswirkungen auf die Wirtschaft sowie auf das Gesundheitswesen ermöglichen.

Kann diese Erkenntnis auf den Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (NAP-PGREL) transferiert werden? Ja, aber nur wenn die entsprechenden Ziele und Abhängigkeiten der Landwirtschaftspolitik bezüglich pflanzengenetischer Ressourcen bekannt sind und allenfalls quantitative Zielwerte definiert werden. Dann könnte allenfalls abgeleitet werden, wie und wo am System geschraubt werden soll, um die Ziele besser oder schneller zu erreichen. Das heisst, es sind jene Daten oder Indikatoren zu erheben, welche durch das Fördern oder Verordnen bestimmter Massnahmen (Reaktion) eine Steuerung der Zielerreichung ermöglichen – oder anders gesagt, so dass die gewünschte Wirkung erreicht wird.

> **MARKUS HARDEGGER** arbeitet beim Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) im Fachbereich «Genetische Ressourcen, Lebensmittelsicherheit und Futtermittel». >> Kontakt [genres@blw.admin.ch](mailto:genres@blw.admin.ch)



Schweizerische Eidgenossenschaft **Bundesamt für Umwelt BAFU**  
 Confédération suisse  
 Confederazione Svizzera  
 Confederaziun svizra

## Rote Listen in der Schweiz – eine Synthese

**Rote Listen zeigen den Gefährdungsgrad von Arten. Sie werden im Auftrag des BAFU durch Fachleute der Daten- und Informationszentren sowie der Koordinationsstellen für Artenförderung nach den Kriterien der IUCN erarbeitet und aktualisiert. In der Schweiz liegt für 20% der Arten, die bisher hierzulande nachgewiesen wurden, eine Gefährdungseinschätzung vor. Über ein Drittel dieser Arten (35%) gelten als gefährdet oder ausgestorben.** VON GREGOR KLAUS, IRENE KÜNZLE UND FRANCIS CORDILLOT

In der Schweiz wurden bisher über 56 000 verschiedene Arten von Pflanzen, Tieren und Pilzen nachgewiesen. Expertinnen und Experten schätzen, dass mindestens weitere 29 000 mehrzellige Arten in der Schweiz leben. Um diese Artenvielfalt zu erhalten, werden Informationen über den Zustand möglichst vieler Arten benötigt. Auskunft zum Gefährdungsstatus geben die Roten Listen. In der Schweiz werden sie für bestimmte Organismengruppen (z. B. Schnecken, Fledermäuse, Pilze) im Auftrag des BAFU von Expertinnen und Experten der nationalen Daten- und Informationszentren und der Koordinationsstellen für Artenförderung in einem mehrjährigen Prozess erstellt und in regelmässigen Abständen aktualisiert. Voraussetzungen für die Erstellung einer Roten Liste sind genügend gut ausgebildete Artenkennende sowie gute Datengrundlagen.

Seit der Jahrtausendwende kommen in der Schweiz die Richtlinien der Weltnaturschutzunion IUCN zur Anwendung. Dies bedingt zum Teil aufwändige Feldarbeiten. Die Einteilung der Arten in Gefährdungskategorien erfolgt dabei nach wissenschaftlich nachvollziehbaren und international anerkannten Kriterien (Abbildung 1).

Dadurch wurde es möglich, einem breiten Zielpublikum mit fundierten und einfach verständlichen Aussagen den Zustand der Artenvielfalt näher zu bringen. Rote Listen signalisieren Handlungsbedarf, sind Argumentationshilfe in der Naturschutzpraxis und Erfolgskontrolle, rechtfertigen und stärken den Arten- und Biotopschutz, fliessen in verschiedene Zustandsindikatoren ein und aktivieren Forschungsprojekte und Massnahmenprogramme zu gefährdeten Arten und Lebensräumen.

2022 lagen 20 rechtswirksame Rote Listen vor. Die aktuelle Synthese aller Roten Listen der Schweiz zeigt, dass für 20 % der Arten, die bisher in der Schweiz nachgewiesen wurden, eine Gefährdungseinschätzung vorliegt (10 844 Arten; Abbildung 2). Das ist beachtlich und deutlich mehr als in anderen Ländern. Bei den Insekten ist allerdings erst ein Bruchteil der Gruppen so gut untersucht, dass Gefährdungseinschätzungen für die Arten möglich sind.

Von den insgesamt 10 844 bewerteten Arten sind 3776 (35 %) als gefährdet oder ausgestorben eingestuft. 12 % der Arten gelten als «potenziell gefährdet». Viele dieser Arten sind zwar noch weit verbreitet, weisen aber rückläufige Bestände oder kleiner werdende Verbreitungsgebiete auf. Damit ergibt sich für 47 % aller unter-

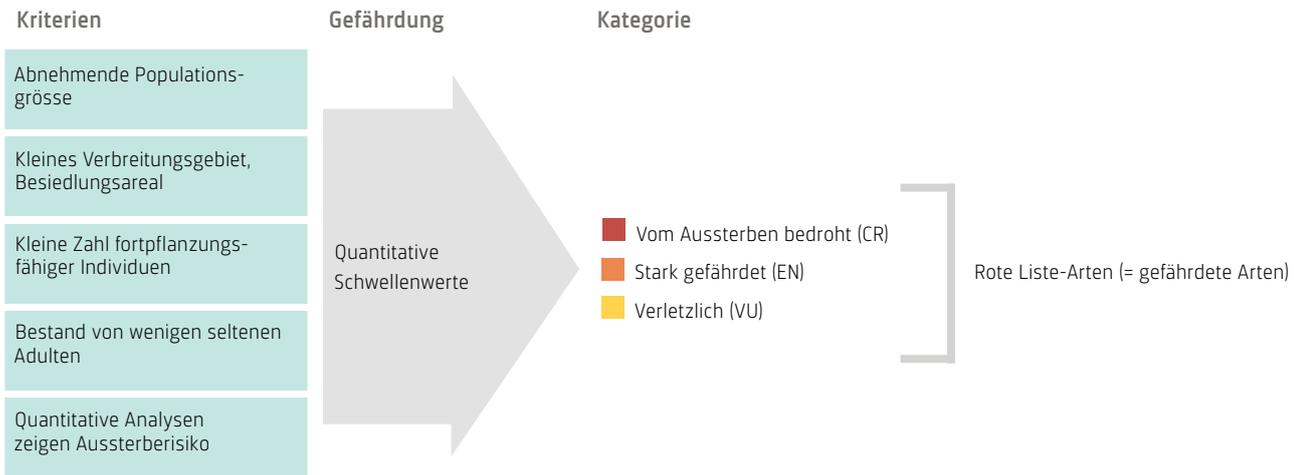
suchten einheimischen Arten in der Schweiz Handlungsbedarf für Artenschutz- und Artenförderungsmassnahmen.

Der Anteil gefährdeter oder ausgestorbener Arten variiert stark je nach Organismengruppe (Abbildung 3). Bei den Gruppen mit wenigen Arten (unter 25 Arten) wie den Armleuchteralgen, den Zehnfusskrebse, den Singzikaden, den Amphibien und den Reptilien ist er besonders hoch. Tier- und Pflanzenarten, die auf aquatische und feuchte Lebensräume angewiesen sind, mussten überdurchschnittlich häufig als gefährdet oder ausgestorben eingestuft werden. Zwischen 2011 und 2022 hat sich die Gefährdungssituation in der Schweiz nicht verbessert. •

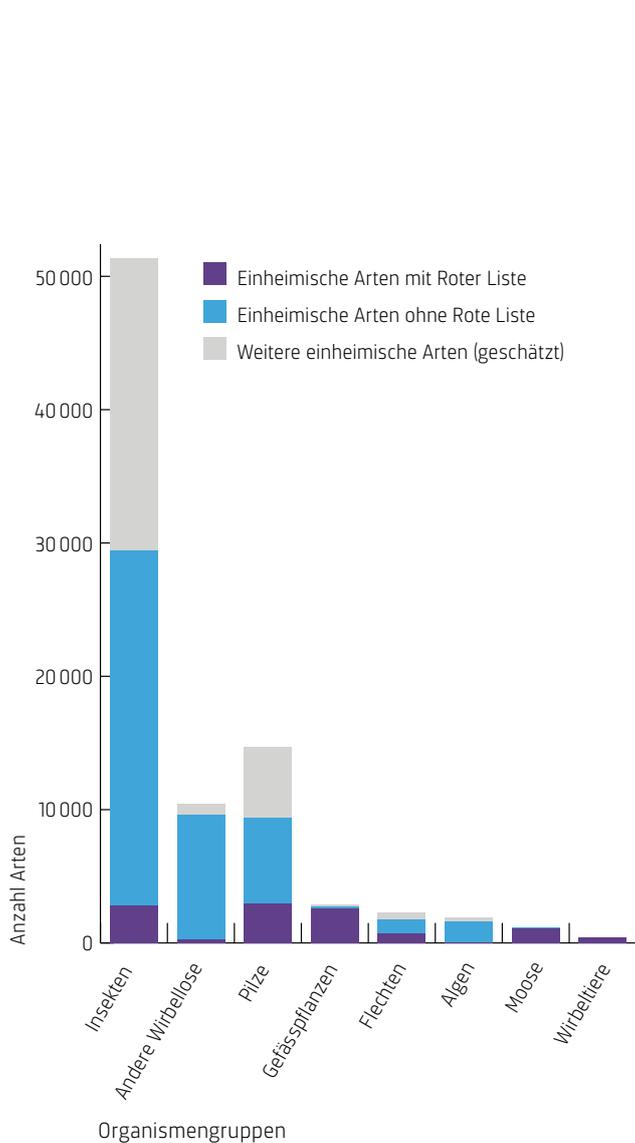
### Detaillierte Informationen

BAFU und InfoSpecies (Hrsg.) (2023): Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz. Synthese Rote Listen. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, und InfoSpecies, Schweizerisches Informationszentrum für Arten, Neuchâtel. Umwelt-Zustand. In Bearbeitung.

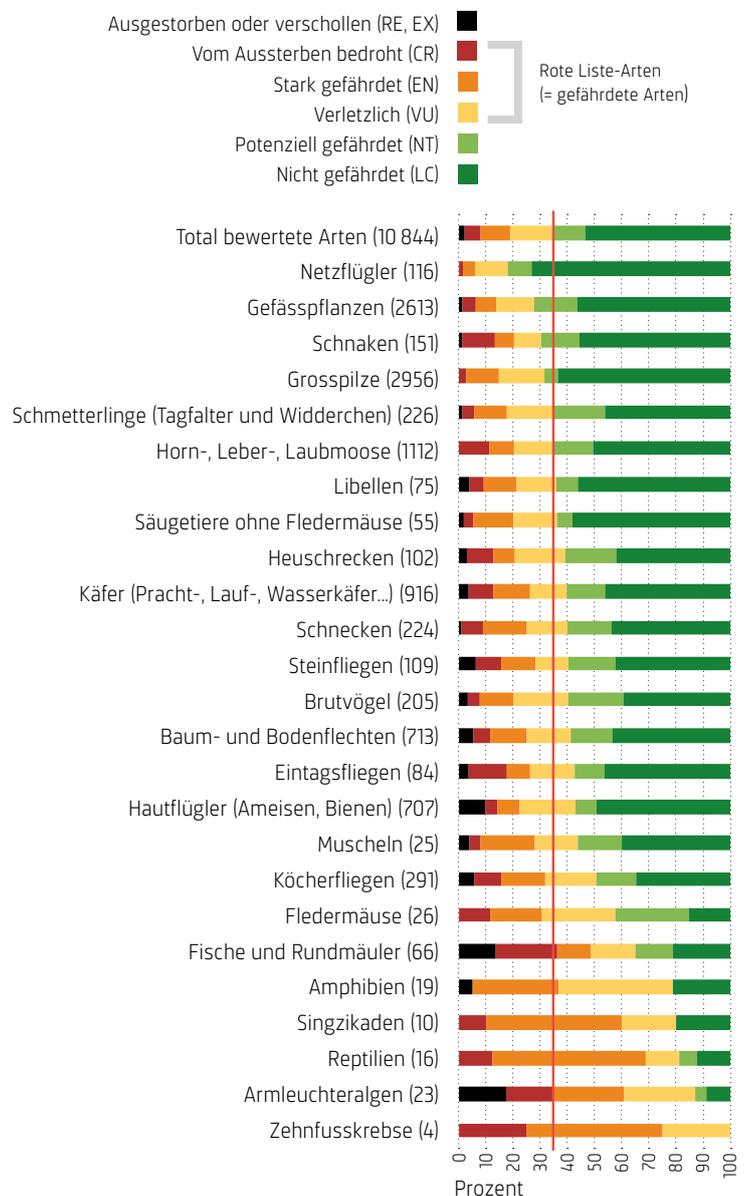
> DR. GREGOR KLAUS ist Wissenschaftsjournalist und Redaktor von HOTSPOT. IRENE KÜNZLE leitet die Geschäftsstelle InfoSpecies. DR. FRANCIS CORDILLOT war bis zu seiner Pensionierung für die Roten Listen zuständig. Gemeinsam haben sie im Auftrag des BAFU die Rote Listen-Synthese 2023 erstellt.  
 >> Kontakt Danielle Hofmann, BAFU, [danielle.hofmann@bafu.admin.ch](mailto:danielle.hofmann@bafu.admin.ch)



**Abbildung 1:** Die Kriterien der Weltnaturschutzunion IUCN sind genau definiert. Dadurch wird die Einstufung der Arten in Gefährdungskategorien wissenschaftlich überprüfbar. Zudem verbessert sich die Vergleichbarkeit der Roten Listen auf nationaler und internationaler Ebene. Dieses Beurteilungssystem birgt allerdings auch Probleme. Solange beispielsweise eine Population eine gewisse Grösse nicht unterschreitet, werden langsame Bestandsrückgänge kaum gewertet.



**Abbildung 2:** Anzahl Arten mit Gefährdungseinschätzung für verschiedene Organismengruppen.



**Abbildung 3:** Anteil der gefährdeten und der ausgestorbenen Arten in verschiedenen Organismengruppen, Stand 2022. Von den 10 844 bewerteten Arten gelten 35% als gefährdet oder ausgestorben (Rote Linie: Durchschnitt über alle Arten). In Klammern: Anzahl bewertete Arten.

## Aktuelles aus dem Forum Biodiversität Schweiz



### Pilotprojekt zu einem multidimensionalen Biodiversitätsindex für die Schweiz

Um Biodiversität in allen Sektoren des öffentlichen Lebens zu berücksichtigen und sie in wirtschaftliche, politische und soziale Entscheidungen einzubeziehen, braucht es verständlich aufbereitete Daten, die man auf einfache Art kommunizieren kann. Ein koordinierter und sektorübergreifender Gesamtindex für die Biodiversität und ihre Leistungen, der die verschiedenen Aspekte der Biodiversität erfasst, wäre dabei äusserst hilfreich.

Das World Conservation Monitoring Center des UN-Umweltprogramms (UNEP-WCMC) hat einen Vorschlag für einen solchen mehrdimensionalen Index der biologischen Vielfalt und ihrer Leistungen (MBI) entwickelt (Soto-Navarro et al. 2021, 2022). Dessen Anwendung wird derzeit in mehreren Ländern erprobt. Das Forum Biodiversität Schweiz führt aktuell zusammen mit der sanu das Pilotprojekt zum MBI für die Schweiz durch (siehe S. 18). Dabei findet auch ein regelmässiger Austausch mit den anderen nationalen MBI-Pilotprojekten statt, die vor Kurzem gestartet sind.

Während die sanu die Akzeptanz und die Bedürfnisse der verschiedenen Stakeholder eruiert hat, hatten wir die Aufgabe, einen MBI-Prototyp für die Schweiz zu berechnen. Die Projektleitung liegt bei Roger Bär. Er koordinierte die Zusammenstellung der Daten aus unterschiedlichen Monitorings der Schweiz, legte für das MBI-Rahmenkonzept unter Einbezug von Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Monitoringprogrammen, den nationalen Daten- und Informationszentren sowie der Koordinationsstelle Artenförderung von InfoSpecies geeignete Indikatoren fest und rechnete einen ersten Prototyp. Gleichzeitig hinterfragten wir aber auch das international vorgegebene Konzept und passten es den vorhandenen Daten und bestehenden Ansprüchen der verschiedenen Stakeholder an.

Wir haben viel recherchiert, uns immer wieder über vorhandene Daten gefreut, waren auch überrascht, dass zu einem bestimmten Aspekt keine Daten existieren, und haben nun einen Überblick über die schweizerische Biodiversitäts-Datenlandschaft. Erste Ergebnisse konnten wir am 25. August 2022 in Biel präsentieren. Dabei erhielten wir wertvolle Rückmeldungen aller Interessierten und Beteiligten.

Ziel ist es, dass jeder Teil des Gesamtindex für sich alleine verständlich, relevant und erklärbar ist. Noch sind die Arbeiten nicht abgeschlossen. In einem weiteren Schritt sollen die wissenschaftliche Robustheit und Plausibilität getestet werden. Das Ergebnis

zu den Indikatoren wird wiederum mit Fachpersonen aus Wissenschaft und Monitorings diskutiert, vor allem in Bezug auf einen möglichen Einsatz in der Schweiz.

Klar ist: Die Entwicklung der Biodiversität auf einen Blick zu erfassen, ist und bleibt eine Herausforderung. Der MBI kann helfen, die vielen Aspekte der Biodiversität und ihrer Leistungen abzubilden und damit Entscheidungstragende und die ganze Gesellschaft über Zustand und Entwicklung der Biodiversität zu informieren. Nichtsdestotrotz wird es für ein umfassendes Verständnis und das Erfassen von Trends von Teilaspekten der Biodiversität notwendig bleiben, tiefer einzutauchen und in die Details zu schauen. (ESp)

> Kontakt [eva.spehn@scnat.ch](mailto:eva.spehn@scnat.ch)

### Kennwerte zur Integration von Biodiversität in Bauprojekten

Wie kann Biodiversität bei der Planung und Entwicklung eines Bauprojekts und seiner Freiräume integriert werden? Dies möchte die Firma SENN AG wissen. Sie hat das Team vom Projekt «Siedlungsnatur gemeinsam gestalten» damit beauftragt, ein möglichst einfaches und ganzheitliches Set an Kennwerten zur Biodiversität zu erarbeiten, um bei Bauprojekten das Potenzial für die Biodiversitätsförderung bestmöglich auszuschöpfen und verschiedene Immobilien in Bezug auf die Biodiversitätsförderung miteinander vergleichen zu können.

Das vom Projektteam entwickelte Kennwertsystem Biodiversität soll als wirkungsvolles Hilfsmittel dienen, ersetzt aber weder eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Fachleuten bei der Ausarbeitung von Umgebungsgestaltungen noch bietet es technische Anleitungen für eine fachgerechte Planung und Ausführung – hierfür ist die jeweilige Fachexpertise notwendig. Die Kennwerte verschaffen dem Thema Biodiversitätsförderung aber einen Raum, erleichtern und verbessern den Dialog zwischen den verschiedenen Fachleuten im Bau- und Planungsprozess und tragen zur Qualitätssteigerung der Lösungsfindung bei. Sie unterstützen Bauherren sowie Planende dabei, biodiverse Bauprojekte zu realisieren, ohne die Gestaltungsfreiheit einzuschränken.

Für die Bewertung sollen im jeweiligen Projektkontext die wichtigsten Aspekte der Biodiversitätsförderung im Siedlungsraum ganzheitlich integriert werden. Messbare Kennwerte – von Lebensraumflächen über invasive Arten, Beleuchtung, Lebensraumvielfalt und -vernetzung bis zu Pflege, Erlebnis- und Aufenthaltsqualität – werden anhand konkreter Kriterien mit Punkten bewertet. Der Bewertungsschlüssel unterscheidet Muss-Kriterien und freiwillige Kann-Kriterien, die je nach Erfüllungsgrad mehr oder weniger Punkte geben. Dabei muss für jeden Kennwert eine Min-



Nur wenige Bauprojekte schöpfen ihr Potenzial für die Biodiversitätsförderung aus. Das Hortus-Gebäude im BaselLink-Areal zwischen Allschwil und Basel hat dagegen eine biodiverse Zukunft. Der Innenhof wird zu einer begehbaren Wasserlandschaft mit begrünten Fassaden. Das Projekt diente zudem als Pilot, um Biodiversität in den generellen Abläufen der Projektentwicklung bei der Firma SENN zu implementieren. Foto Danièle Martinoli

destanforderung erreicht werden. Zusätzlich zu den sieben Kennwerten gibt es einen Bonus-Kennwert, der Zusatzpunkte generiert; eine Kompensation eines Kennwerts mit einem anderen ist nicht möglich. Für das Ausfüllen der Kennwerte braucht es keine explizite Fachexpertise bezüglich Biodiversität. Dies kann durch Bauprojektleitende, Architektinnen oder Landschaftsarchitekten erfolgen. Die erforderlichen Daten sind für Bauprojekte in der Regel vorhanden.

Die Kennwerte sind somit ein Instrument der freiwilligen Verpflichtung, Immobilien biodivers zu gestalten. Werden sie bereits in der strategischen Planung angewendet, unterstützen sie die Bestellenden und Auftraggebenden darin, verbindliche Ziele in Bezug auf die Biodiversität zu definieren und die Zielerreichung im Verlaufe des weiteren Planungs- und Bauprozesses einfach und kontinuierlich zu überprüfen. Das Kennwertensystem wird nun an weiteren Projekten in Zusammenarbeit mit Landschaftsarchitektinnen und Freiraumplanern optimiert. (DMa)

> Weitere Informationen [siedlungsnatur.ch](http://siedlungsnatur.ch)  
 >> Kontakt [daniele.martinoli@scnat.ch](mailto:daniele.martinoli@scnat.ch)

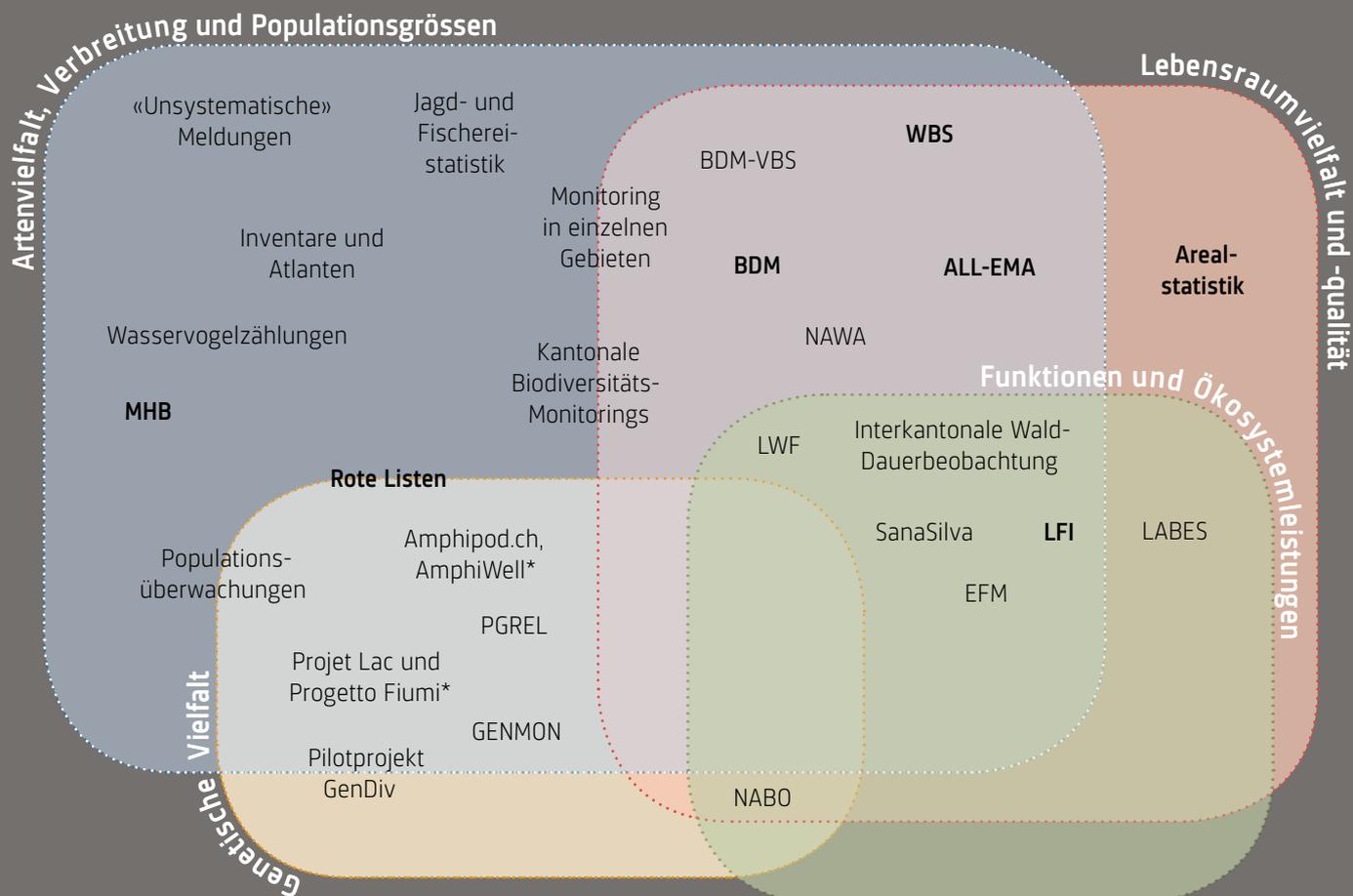
## SWIFCOB 2023, 10. Februar 2023

### Biodiversität erhalten in Krisenzeiten

Die Biodiversitätskrise wird aktuell überlagert von weiteren Krisen wie Klimawandel und Ukraine-Krieg. Sie haben die Sorge um drohende Versorgungslücken bei Energie und Nahrung massiv verstärkt. Anstatt die Biodiversität als Teil der Lösung zu begreifen und ihre Förderung noch auszubauen, erhöhen die ergriffenen Massnahmen zusätzlich den Druck auf wertvolle Lebensräume und naturnahe Ökosysteme. Wie kann es gelingen, die Biodiversität auch in Zeiten sich überlagernder Krisen zu erhalten bzw. ihren Schutz noch zu verbessern? Diese Frage steht im Zentrum der nächsten SWIFCOB vom 10. Februar 2023. Dabei möchten wir aus vergangenen Krisen lernen und uns überlegen, wie sich die aktuelle Situation nutzen lässt, um beim nötigen transformativen Wandel der Gesellschaft einen Schritt weiterzukommen. (DPa)

> Weitere Informationen [biodiversity.scnat.ch/swifcob](http://biodiversity.scnat.ch/swifcob)  
 >> Kontakt [daniela.pauli@scnat.ch](mailto:daniela.pauli@scnat.ch)

# Die Grafik zur Biodiversität



## Biodiversitätsrelevante Monitorings in der Schweiz

Zahlreiche Programme – finanziert und durchgeführt von verschiedenen Institutionen – sowie engagierte Personen leisten einen Beitrag zur Erfassung des Zustands und der Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz. Die Programme wurden mit unterschiedlichen Zielen und für verschiedene räumliche Ebenen geschaffen und erheben Daten zu einer Vielzahl von Ebenen und Elementen der Biodiversität. Sie ergänzen sich gegenseitig. Ein Gesamtbild zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität ergibt sich aber erst, wenn die Ergebnisse auch wirklich zusammengeführt werden. Die Programme nutzen zum Teil heute schon Synergien: In gewissen Programmen erhobene Daten werden auch für die Indikatoren anderer Programme verwendet (z.B. Daten des MHB für das BDM und ALL-EMA). Nach wie vor gibt es aber Lücken in der Monitoringlandschaft (siehe S. 4). Die grösseren Programme werden auf S. 8 und 9 erläutert. (JGu)

\*erst Ausgangszustand erhoben

**fett:** grössere und für die Biodiversität besonders wichtige Programme

ALL-EMA: Monitoringprogramm Arten und Lebensräume Landwirtschaft

BDM: Biodiversitätsmonitoring Schweiz

BDM-VBS: Biodiversitätsmonitoring auf VBS-Arealen

EFM: Langfristige Wachstums- und Ertragsforschung im Wald

GenDiv: Pilotstudie für ein Monitoring der genetischen Vielfalt (S. 24)

GENMON: Monitoringsystem für tiergenetische Ressourcen

LABES: Landschaftsbeobachtung Schweiz

LFI: Landesforstinventar

LWF: Langfristige Waldökosystemforschung

MHB: Monitoring häufige Brutvögel

NABO: Nationale Bodenbeobachtung

NAWA: Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität

PGREL: Indikatorenvorschläge für ein Monitoring der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (siehe S. 26)

«unsystematische» Meldungen: via Meldetools von InfoSpecies

WBS: Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz

Grafik Jodok Guntern, mit Inputs der Programmzuständigen

Kontakt [jodok.guntern@scnat.ch](mailto:jodok.guntern@scnat.ch)