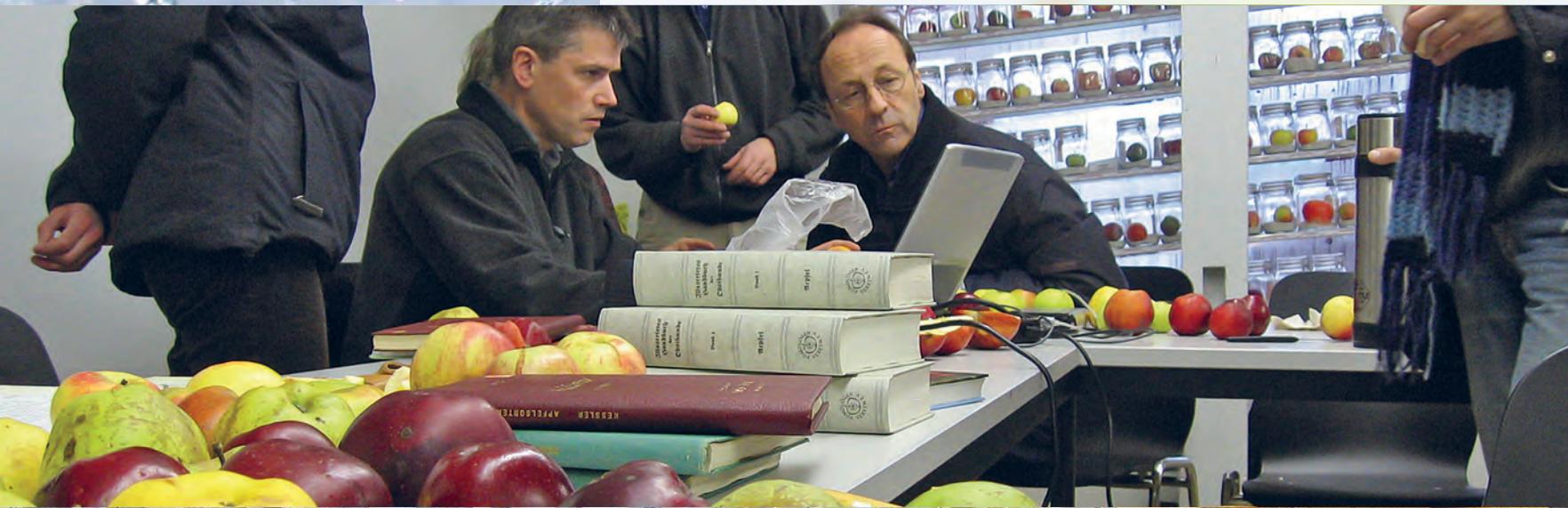




# HOTSPOT



## Biodiversität messen

Forschung und Praxis im Dialog  
Informationen des Forum Biodiversität Schweiz

28 | 2013

# Autoren und Autorinnen

**Dr. Matthias Albrecht** ist Ökologe und arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Agrarlandschaft und Biodiversität an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon und ist am Europäischen FP7-Projekt QUESSA beteiligt. Seine Forschungsschwerpunkte sind Biodiversität und Ökosystemleistungen in Agrarökosystemen und Konzepte zu deren Förderung.

**Dr. Ariel Bergamini** ist Botaniker und leitet die Forschungsgruppe Lebensraumdynamik an der Eidg. Forschungsanstalt WSL sowie das Projekt «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz». Daneben beschäftigt er sich mit naturschutzbiologischen Fragestellungen bei Blütenpflanzen und Moosen.

**Simon Birrer** leitet an der Schweizerischen Vogelwarte Sempach die Abteilung «Förderung der Vogelwelt». Sein Arbeitsschwerpunkt sind angewandte Projekte im Bereich Landwirtschaft und Wald.

**Dr. Stefan Eggenberg** studierte Pflanzensystematik und Vegetationsökologie und liess sich zum Wissenschaftlichen Zeichner ausbilden. Er war Mitinhaber des Ateliers für Naturschutz und Umweltfragen (UNA) in Bern und ist heute Direktor von Info Flora, dem nationalen Daten- und Informationszentrum zur Schweizer Flora.

**Dr. Lisa Garnier** hat in Allgemeiner Ökologie promoviert. Sie ist Wissenschaftsjournalistin, Schriftstellerin und Projektkoordinatorin und hat sich auf die Vermittlung von Biodiversitätsthemen für die Öffentlichkeit spezialisiert. Sie führt den Blog «Vigie-Nature» des *Muséum national d'Histoire naturelle* in Paris und entwickelt interaktive wissenschaftliche Experimente.

**Christian Ginzler** ist Biologe und arbeitet an der Eidg. Forschungsanstalt WSL. Er leitet die Gruppe Fernerkundung und beschäftigt sich vor allem mit Luftbildinterpretation, Photogrammetrie und Bildanalysen, um Veränderungen in der Landschaft messen zu können.

**Dr. Yves Gonseth** leitet das Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna. Er kümmert sich um die Kontakte zu den Feldforschern (meistens Entomologen), den kantonalen und eidgenössischen Ämtern im Bereich Arten- und Biotopschutz sowie den Institutionen im Ausland, die sich mit ähnlichen Themen befassen.

**Anne-Laure Gourmand** erarbeitet im *Muséum national d'Histoire naturelle* in Paris wissenschaftliche Programme für das Projekt «Vigie-Nature» und setzt diese zusammen mit lokalen Akteuren um. Sie koordiniert das Observatorium STELL, welches die Entwicklung von Libellenpopulationen in Frankreich verfolgt.

**Dr. Gabriela Hofer** ist Biologin und arbeitet an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon in der Gruppe Agrarlandschaft und Biodiversität. Sie entwickelt Konzepte zur Abbildung der Dynamik von Arten- und Lebensräumen der offenen Kulturlandschaft und zum Beitrag von ökologischen Ausgleichsflächen zur Erhaltung der Artenvielfalt.

**Prof. Dr. Rolf Holderegger** ist Professor an der ETH Zürich und leitet die Forschungseinheit Biodiversität und Naturschutzbiologie an der Eidg. Forschungsanstalt WSL. In der «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz» hat er die administrative Oberleitung inne.

**Dr. Markus Jenny** ist Biologe und leitet an der Schweizerischen Vogelwarte Landwirtschaftsprojekte an der Schnittstelle zwischen Forschung, Umsetzung, Markt und Politik. Er präsidiert den Verein «Vision Landwirtschaft», eine Denkwerkstatt unabhängiger Landwirtschaftsexperten.

**Dr. Marc Kéry** ist als Populationsökologe an der Schweizerischen Vogelwarte tätig. Seine Forschungsinteressen beinhalten unter anderem grossräumige Modellierungen von Verbreitung und Bestand von Arten, Populationsmodelle und die Modellierung von Messfehlerprozessen bei ökologischen Felduntersuchungen.

**Dr. Meinrad Küchler** arbeitet in der Forschungsgruppe Lebensraumdynamik der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL. Der Fokus seiner Arbeit liegt auf der statistischen Datenanalyse und auf der Modellierung von ökologischen Veränderungen in verschiedenen Biotopen der Schweiz.

**Dr. Enrique Lara** ist Forscher an der Universität Neuchâtel und untersucht Mikro-Eukaryoten (Algen, Pilze und verschiedenste Einzeller). Er interessiert sich insbesondere für ihre Evolutionsgeschichte, Ökologie, geografische Verbreitung und ihre riesige Vielfalt.

**Dr. Lukas Mathys** ist Biologe und arbeitet bei Sigmaplan als Projektleiter. Er befasste sich in verschiedenen Projekten mit inhaltlichen und technischen Aspekten der Erfassung, Auswertung und Kommunikation von Biodiversitätsinformationen.

**Prof. Edward Mitchell** leitet seit 2009 das *Laboratoire de Biologie du Sol* der Universität Neuenburg und seit 2011 in Ko-Leitung den Botanischen Garten in Neuenburg. Er beschäftigt sich unter anderem mit der Ökologie und Biodiversität von Bodenorganismen mit speziellem Fokus auf die Protozoen.

**Dr. Marco Moretti** ist Ökologe und Gruppenleiter an der Eidg. Forschungsanstalt WSL in Bellinzona. Er beschäftigt sich seit 10 Jahren mit diversen Aspekten von Biodiversität und Lebensgemeinschaften und ihrer Beziehung zu Ökosystemprozessen und -leistungen entlang der verschiedenen Umweltgradienten und unter kontrollierten Laborbedingungen.

**Prof. Jan Pawlowski** ist Leiter des *Laboratoire d'évolution moléculaire des protistes* im *Département de Génétique et Evolution* der Universität Genf. Er erforscht die Evolutionsgeschichte der Eukaryonten und leitet das Netzwerk «Swiss Barcode of Life» (SwissBOL).

**Dr. Lukas Pfiffner**, Agrarökologe, leitet am Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL Biodiversitäts- und Naturschutzprojekte mit Schwerpunkt ökologische Systemoptimierung und tritrophische Interaktionen von Arthropoden und Bodentieren in unterschiedlichen Anbausystemen.

**Dr. Benedikt Schmidt** arbeitet bei der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch) und ist Forschungsgruppenleiter an der Universität Zürich. So verbindet er Forschung und Praxis mit dem Ziel, zu einem evidenzbasierten Naturschutz beizutragen.

**Dr. Eva Spehn** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Forum Biodiversität und Geschäftsleiterin des internationalen Netzwerks «Global Mountain Biodiversity Assessment», das ein online-Portal für Biodiversitätsdaten im Gebirge betreibt ([www.mountainbiodiversity.ch](http://www.mountainbiodiversity.ch)). Sie ist in der GBIF-CH Kommission und GBIF-Delegierte von DIVERSITAS.

**Dr. Sibylle Stöckli** ist Projektleiterin im Bereich Biodiversität, Klimaänderung und Ökosystemfunktion mit Fokus Entomologie und Pflanzenschutz am Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL.

**Silvia Stofer** leitet die Gruppe Biodiversitätserhebung in der Einheit Biodiversität und Naturschutzbiologie an der Eidg. Forschungsanstalt WSL. Sie ist unter anderem verantwortlich für den Unterhalt und die Pflege der nationalen Datenbank der Flechten der Schweiz (SwissLichens).

**IMPRESSUM** Das Forum Biodiversität Schweiz fördert den Wissensaustausch zwischen Biodiversitätsforschung, Verwaltung, Praxis, Politik und Gesellschaft. HOTSPOT ist eines der Instrumente für diesen Austausch. HOTSPOT erscheint zweimal jährlich in Deutsch und Französisch; PDFs stehen zur Verfügung auf [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch). HOTSPOT 29|2014 erscheint im Mai 2014 und ist dem Thema «Energie und Biodiversität» gewidmet. **Herausgeber:** © Forum Biodiversität Schweiz, Bern, November 2013. **Redaktion:** Dr. Gregor Klaus (gk), Dr. Daniela Pauli (dp). **Übersetzung ins Deutsche:** Emanuel Balsiger, Textpoint, Rothenfluh (S. 14, 23, 26–27). **Gestaltung/Satz:** Esther Schreier, Basel. **Fotos:** Die Bildautorenachweise sind den Fotos beige gestellt. **Druck:** Print Media Works, Schopfheim im Wiesental. **Papier:** Circle matt 115 g/m<sup>2</sup>, 100% Recycling.

**Auflage:** 3300 Exempl. deutsch, 1100 Exempl. französisch, 1000 Expl. englisch. **Kontakt:** Forum Biodiversität Schweiz, Schwarztorstr. 9, CH–3007 Bern, Tel. +41 (0)31 312 02 75, [biodiversity@scnat.ch](mailto:biodiversity@scnat.ch), [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch). **Geschäftsleiterin:** Dr. Daniela Pauli. **Produktionskosten:** 15 CHF/Heft.

Um das Wissen über Biodiversität allen Interessierten zugänglich zu machen, möchten wir den HOTSPOT weiterhin gratis abgeben. Wir freuen uns über Unterstützungsbeiträge. **HOTSPOT-Spendenkonto:** PC 30-204040-6. Manuskripte unterliegen der redaktionellen Bearbeitung. Die Beiträge der Autorinnen und Autoren müssen nicht mit der Meinung des Forum Biodiversität Schweiz übereinstimmen.

sc | nat 

Science and Policy  
Platform of the Swiss Academy of Sciences  
Swiss Biodiversity Forum

**Titelseite** (von oben):

1. Vielfältige Mikroorganismen (Foto Edward A. D. Mitchell); 2. Bestimmung der Vielfalt an Obstsorten (Foto ProSpecieRara Basel); 3. Archivierte Vielfalt an Schmetterlingen (Foto Beat Ernst Basel); 4. Biologen bei der Feldarbeit (Foto Edi Stöckli)

# Editorial



Wie schwierig es ist, die biologische Vielfalt zu messen, zeigte sich im Internationalen Jahr der Biodiversität 2010: Da galt es zu prüfen, ob sich der Verlust der Biodiversität mindestens verlangsamt hatte. Doch die Suche nach geeigneten Messgrössen gestaltete sich als äusserst schwierig. Es gelang nicht, ein befriedigendes Set von Indikatoren zu schaffen, das alle Länder hätten anwenden können. In der Schweiz trugen rund 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter der Federführung des Forum Biodiversität in einem aufwändigen Indizienprozess die besten verfügbaren Daten über die Entwicklung von Populationen, die Verbreitung von Arten und die Fläche und Qualität von Lebensräumen zusammen. Dabei zeigte sich: Obwohl noch grosse Lücken bestehen, sind wir bezüglich Biodiversitätsdaten in der Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern in einer komfortablen Situation. Dies ist einerseits den Artenkennern zu verdanken, die meist ehrenamtlich den Datenzentren ihre Funde melden. Andererseits verfügt die Schweiz über zahlreiche Monitoringprogramme, die direkt oder indirekt biologische Vielfalt messen und statistisch gesicherte Aussagen erlauben. Dennoch bleibt ein gewisses Unbehagen. Könnte es nicht sein, dass wir trotz all der erfassten Daten wichtige Entwicklungen der Biodiversität übersehen? Messen wir tatsächlich das, was relevant ist? Es ist deshalb wichtig, Monitoringprogramme von Zeit zu Zeit zu überprüfen und wo nötig auf Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zu ergänzen und weiterzuentwickeln. Zurzeit erarbeitet das BAFU ein integrales Überwachungssystem, das alle Programme unter einem Dach vereint und bestehende Lücken schliesst. Die Schweiz ist auf gutem Weg – zumindest was die Überwachung ihrer Biodiversität betrifft.

*D. Pauli*

Dr. Daniela Pauli  
Geschäftsleiterin Forum Biodiversität  
daniela.pauli@scnat.ch

# Biodiversität messen

- 04 Leitartikel**  
Die Erfassung und Überwachung der Biodiversität ist die Grundlage für ihre Erhaltung, Förderung und nachhaltige Nutzung.
- 07 Indikatoren für die Biodiversität**  
Biologische Vielfalt bedeutet Informationsvielfalt. Indikatoren helfen dabei, diese Vielfalt zu vereinfachen, zu quantifizieren, zu standardisieren und zu kommunizieren.
- 08 Die Prinzipien eines guten Biodiversitätsmonitorings**  
Von zentraler Bedeutung sind eine saubere Auswahl der Stichprobe und die Minimierung des Messfehlers.
- 10 Info Spezies**  
Über 15 Millionen Fundmeldungen sind in den floristischen und faunistischen Daten- und Informationszentren der Schweiz gespeichert.
- 12 Globale Datensammlungen**  
Ein riesiger Wissensschatz wird digitalisiert und vernetzt.
- 14 50 000, 70 000 oder 500 000?**  
Die Vielfalt an Arten in der Schweiz wird deutlich unterschätzt.
- 15 Funktionale Aspekte von Biodiversität**  
Kennzahlen für die Konsequenzen von Landnutzungsänderungen
- 16 Rote Listen**  
Wie wird der Gefährdungsgrad gemessen?
- 17 Agrarumweltindikatoren**  
Arten- und Lebensraumvielfalt in der Kulturlandschaft
- 18 Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz**  
Luftbildanalysen sowie Felderhebungen liefern die Datengrundlage.
- 20 «Die Qualität der Daten ist absolut zentral»**  
Ein Interview mit Sarah Pearson und Jean-Michel Gardaz vom Bundesamt für Umwelt
- 23 Citizen Science**  
Sensibilisierung der Bevölkerung und Datenquelle für die Forschung
- 24 Bauern messen Biodiversität**  
Wie die Biodiversitäts-Leistung eines Betriebs festgestellt werden kann.

## Rubriken

- 25 Forum Biodiversität Schweiz**  
Wissen zugänglich machen
- 26 Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen SKEK**  
Die Nationale Datenbank bietet eine umfassende Übersicht über die Sortenvielfalt
- 28 Die Karte zur Biodiversität**  
Die Verbreitung der ehrenamtlichen Feldbotaniker

# Leitartikel

## Was lebt denn da?

Gregor Klaus, Redaktor, und Daniela Pauli, Geschäftsleiterin Forum Biodiversität Schweiz, daniela.pauli@scnat.ch

In der Schweiz wohnten Ende 2012 ziemlich genau 8 036 900 Menschen; davon waren 49,4% Männer, 35,5% waren zwischen 40 und 64 Jahre alt und 7,9% geschieden. Es gibt vier Landessprachen, doch ein Teil der zugewanderten Bevölkerungsgruppen spricht nach wie vor seine eigene Sprache (9% der Bevölkerung). Ein Viertel der Bevölkerung lebt im Berggebiet, das zwei Drittel der Landesfläche ausmacht. Wir wissen, wie alt wir im Durchschnitt werden, wie viele Kinder pro Haushalt leben, mit welchem Alter am häufigsten geheiratet wird und welcher Vorname gerade die Hitliste anführt. Über den *Homo sapiens* wissen wir bestens Bescheid – doch wie ist der Kenntnisstand über die Zehntausende von anderen Arten im Land, die uns umgeben und die unsere Mitwelt darstellen? Um ehrlich zu sein: Wir wissen erstaunlich wenig.

Dabei ist die Erfassung und Überwachung der Biodiversität die Grundlage für ihre Erhaltung, Förderung und nachhaltige Nutzung. Ohne Daten und Fakten zum Zustand und zur Entwicklung der biologischen Vielfalt gäbe es keine Früherkennung neuer Probleme, keine Zielvorstellungen, keinen Handlungsbedarf, keine Schutzmassnahmen. Die Strategie Biodiversität Schweiz (SBS), die 2012 vom Bundesrat verabschiedet wurde, ist die politische Antwort auf die Warnungen der Wissenschaft: Jahrelang haben Forschende unermüdlich auf den schlechten Zustand und den anhaltenden Niedergang der biologischen Vielfalt in der Schweiz hingewiesen und dies mit Zahlen untermauert.

### Was messen?

In der Schweiz gibt es eine ganze Reihe von Langzeitüberwachungen (sogenannte Monitoringprogramme) und Erfolgskontrollen von Naturschutzmassnahmen, die direkt oder indirekt Biodiversität erfassen. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie messen nur einen kleinen Teil der biologischen Vielfalt. Das ist nicht weiter erstaunlich, denn Biodiversität ist ein äusserst komplexes Gebilde: Allein in der Schweiz leben – Mikroorganismen nicht mitgezählt – mindestens 46 000 Arten in

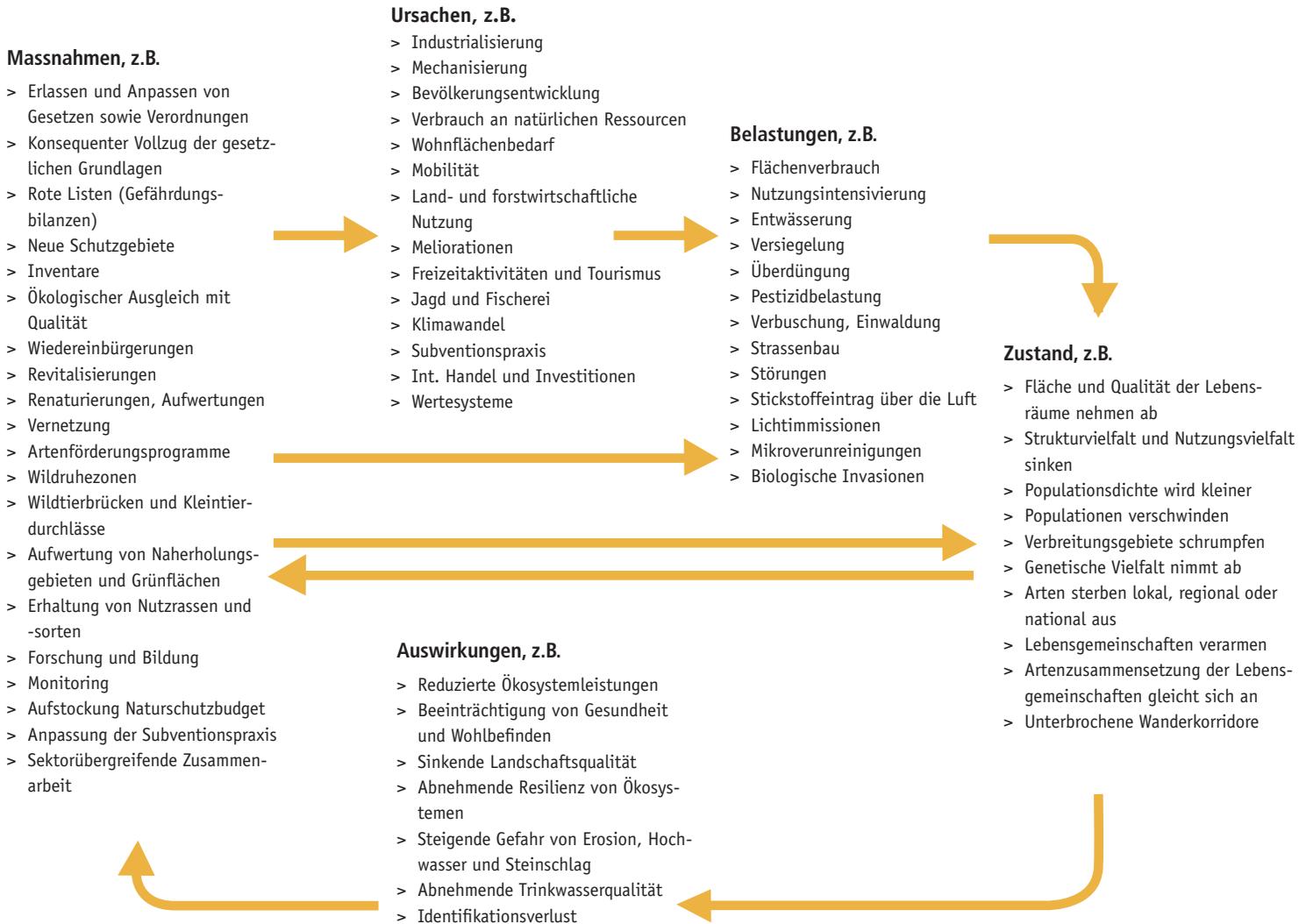


Der Mensch dominiert die Erde. Doch er ist nicht allein. Sein Überleben hängt von Ökosystemleistungen ab, deren Motor die biologische Vielfalt ist. Wir wissen aber noch nicht einmal, wie viele Arten im Boden einer Magerwiese leben. Fotos Beat Ernst, Basel

Millionen von Populationen und mit Milliarden von Individuen; die genetische Vielfalt innerhalb und zwischen den Populationen der gleichen Art ist verwirrend gross. Die Arten tummeln sich in nicht weniger als 235 Lebensräumen wie Flaumeichenwäldern, inneralpinen Felsensteppen, Pfeifengraswiesen und Armluchteralgengesellschaften und bilden dort komplexe Lebensgemeinschaften.

Weil es nie möglich sein wird, die gesamte Biodiversität zu erfassen, muss man sich bei der Beurteilung des Zustands mit der Messung repräsentativer Aspekte begnügen, die Aussagen über die Entwicklung der Biodiversität erlauben. Solche Messgrössen (oder Indikatoren) sind beispielsweise die genetische Vielfalt innerhalb

oder zwischen Populationen, die Sortenvielfalt bei Kulturpflanzen, die Artenzahl auf einer bestimmten Fläche, die Populationsgrösse, das Verbreitungsareal einer Art, die zeitlichen Muster von Häufigkeit und Verbreitung, die Zusammensetzung und Unterschiedlichkeit von Lebensgemeinschaften, die Lebensraumqualität oder die funktionale Diversität (siehe Artikel S. 15). Meist berücksichtigt man dabei auffällige und einfach zu bestimmende Organismengruppen wie Pflanzen oder Vögel. Die grosse Mehrzahl der unscheinbaren Arten bleibt unscheinbar. Weil bei einer Verschlechterung der Qualität eines Lebensraums viele verschiedene Aspekte der Biodiversität in Mitleidenschaft gezogen werden, reicht es aber in der Regel,



Wodurch wird Biodiversität beeinflusst? Welche Veränderungen ergeben sich? Wie wirken sich die Veränderungen aus? Wie reagiert der Mensch auf die Veränderungen? Das international gebräuchliche DPSIR-Modell «Drivers/Ursachen – Pressures/Belastungen – State/Zustand – Impact/Auswirkungen – Responses/Massnahmen» ermöglicht es, potenzielle Beobachtungsfelder bzw. Indikatoren für Monitoringprogramme auszuwählen und zu gruppieren.

sich auf bestimmte Organismengruppen mit Indikatorfunktion zu konzentrieren.

### Die Art als zentrale Währung

Im Zentrum der meisten Monitoringprogramme steht heute und in naher Zukunft die Art, weil sie die am einfachsten zu messende Einheit ist. Entsprechend häufig wird der Indikator «Artenzahl» herangezogen, um die Entwicklung der Biodiversität zu beschreiben. Dessen Aussagekraft ist allerdings beschränkt. Einerseits steigt weltweit die Zahl bekannter Arten stetig an, weil immer mehr Taxonomen neue Arten beschreiben. Andererseits kann sie lokal auch steigen, weil gebietsfremde Arten eingeschleppt oder einst ausgestorbene Arten wieder angesiedelt wurden. Die Erhöhung der Artenzahl in einem Land ist deshalb noch keine Positivmeldung; wenn gleichzeitig bei den meisten seltenen Arten Populationen ver-

schwinden und Bestände ausdünnen, Lebensräume an Qualität und Quantität einbüßen und genetische Vielfalt verloren geht, muss vielmehr von einem Verlust an Biodiversität gesprochen werden. Erst die Analyse unterschiedlicher Indikatoren für die verschiedensten Aspekte der Biodiversität erlaubt eine Aussage über deren Gesamtentwicklung.

Um die Entwicklung einzelner Arten zu überwachen, werden Veränderungen ihrer Bestände erfasst. Weil in der Regel nicht alle Individuen einer Population gezählt werden können, basieren die Erhebungen auf Stichproben. Nur wenn die Auswahl der Stichproben sorgfältig und nach wissenschaftlichen Kriterien erfolgt, lassen sich statistisch gesicherte Aussagen ableiten (siehe Artikel S. 8f). Obwohl damit nur ein Ausschnitt der Biodiversität gemessen wird, sind bereits diese Erhebungen enorm zeitaufwändig, personalin-

tensiv und damit teuer. Meist werden deshalb zusätzliche Angaben beigezogen, die indirekt auf die Entwicklung der Biodiversität hinweisen, beispielsweise die Fläche an Naturschutzgebieten oder der Stickstoffeintrag aus der Luft in die Ökosysteme.

### Aussagekräftige Indikatoren

Moderne Monitoringprogramme leiten ihre Beobachtungsfelder und Indikatoren meist aus Modellen ab, welche die Ursachen des Verlusts, die Belastungen der Ökosysteme, den Zustand der Biodiversität, die Auswirkung auf den Menschen und die Umwelt sowie Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt darstellen (siehe Grafik). Die verschiedenen Indikatoren erlauben Aussagen über vielschichtige Sachverhalte und machen Zusammenhänge sowie Trends erkenn- und kommunizierbar (sie-

he Artikel S. 7). Sie zeigen nicht nur, wie sich die Biodiversität generell entwickelt, sondern auch, wo welcher Handlungsbedarf besteht.

Erfolgskontrollen hingegen geben darüber Auskunft, ob bestimmte Massnahmen umgesetzt, die Mittel effizient eingesetzt und die Ziele erreicht wurden. Im Gegensatz zu Monitoringprogrammen sind sie auf die jeweiligen Projekte zugeschnitten und werden in der Regel nur so lange weitergeführt, bis die Projekte abgeschlossen sind. Idealerweise ergänzt die Erfolgskontrolle das Monitoring.

#### **Das Biodiversitätsmonitoring für die Zukunft rüsten**

Die Verordnung über den Natur- und Heimatschutz verlangt explizit ein Monitoring und die Vernetzung mit anderen Programmen (NHV Art. 27a): «Das BAFU sorgt für die Überwachung der biologischen Vielfalt und stimmt sie mit anderen Massnahmen zur Umweltbeobachtung ab. Die Kantone können diese Überwachung ergänzen.» Im Gegensatz zu den meisten Ländern existiert in der Schweiz ein eigentliches Biodiversitätsmonitoring (BDM), das seit 2001 in Betrieb ist.

Das BDM unterhält zwei eigene Messnetze mit 500 regelmässig über die Schweiz verteilten Stichprobenflächen von je 1 km<sup>2</sup> und 1600 Stichprobenflächen von je 10 m<sup>2</sup>, um die Artenvielfalt in Landschaften bzw. in Lebensräumen zu beobachten. Die Schweiz hat mit diesem wissenschaftlich fundierten Konzept internationale Pionierarbeit geleistet. Die beiden Messnetze können Entwicklungen bei den häufigen und verbreiteten Arten langfristig erkennbar machen. Die anderen rund 30 Indikatoren zu Zuständen, Einflüssen und Massnahmen basieren vorwiegend auf anderen, meist eigenständigen Monitoringprogrammen. Beispielsweise werden die Angaben zu den seltenen Arten aus den Roten Listen entnommen. Diese liegen für 27 Organismengruppen vor und haben jene 36% der Arten im Fokus, die aus unserem Land zu verschwinden drohen. Seit 2000 werden die Roten Listen in einem mehrjährigen Prozess mit zum Teil aufwändi-

gen Feldkampagnen nach den Kriterien der Weltnaturschutzorganisation IUCN erstellt (siehe Artikel S. 16).

Im Zusammenhang mit der Strategie Biodiversität Schweiz wird das BDM nun 12 Jahre nach dem Start verschiedene Kurskorrekturen und Ergänzungen erfahren (siehe Interview S. 20ff). Zurzeit definiert das BAFU ein integrales Überwachungssystem der Biodiversität, das ab 2014 umgesetzt werden soll. Ziel ist es, die Überwachung der Ökosysteme, Arten und genetischen Vielfalt bis 2020 sicherzustellen. Tatsächlich besteht bezüglich Biodiversitätsüberwachung in der Schweiz noch Verbesserungspotenzial. So fehlen für wichtige Biodiversitätsaspekte geeignete Indikatoren. Die verschiedenen Monitoringprogramme weisen zudem Doppelspurigkeiten auf, und die Datenerfassung durch die Datenzentren und Organisationen ist heterogen. Insgesamt fehlt es an Koordination, auch bezüglich Kommunikation. Das hat dazu geführt, dass die Botschaften zur Lage der Nation in Sachen Biodiversität nicht nur für Laien widersprüchlich klangen.

Ein wichtiger erster Schritt hin zu einem integralen Überwachungssystem ist der Zusammenschluss der Datenzentren zum Verbund Info Species (siehe Artikel S. 10f). Mit der neu konzipierten Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (siehe Artikel S. 18f) und den neuen Agrarumweltindikatoren ALL-EMA (siehe Artikel S. 17) werden zwei wichtige Lücken im Messnetz geschlossen. Für ausgewählte Ökosystemleistungen hat das BAFU Indikatoren entwickelt. Neue Messmethoden liegen vor, um die mikrobielle Vielfalt zu erfassen (siehe Artikel S. 14). Damit besteht die Möglichkeit, weitere Aspekte der Biodiversität ins Überwachungssystem zu integrieren, mit denen sich Fragestellungen beantworten lassen, an die bei der Gründung des BDM noch niemand gedacht hat.

#### **Vernetzte Daten**

Die Zusammenführung der Biodiversitätsdaten und die Koordination der verschiedenen Messnetze ist nicht nur innerhalb der Schweiz eine anspruchsvolle und

wichtige Aufgabe. Um weltweit gültige Aussagen machen zu können, braucht es ein global harmonisiertes Beobachtungssystem, das aktuelle Daten über die Entwicklung der Biodiversität liefert. Partner der «Group on Earth Observations – Biodiversity Observation Network» (GEO BON) suchen deshalb nach einem Konsens für sogenannte «Essenzielle Biodiversitätsvariablen», welche die Basis für die weltweiten Monitoringprogramme bilden könnten (Pereira et al. 2013).

Bereits heute analysieren Forschende Biodiversitätsdaten unter verschiedensten Gesichtspunkten, um globale Trends und ökologische Zusammenhänge aufzuzeigen. Sie sind darauf angewiesen, dass die weltweit erhobenen Daten digitalisiert werden und zugänglich sind (siehe Artikel S. 12f). Dies erlaubt es auch, bisher unentdeckte Synonyme von Artnamen nach und nach zu bereinigen. So vermuten Costello et al. (2013), dass nicht wie bisher geschätzt 1,9 Millionen Arten, sondern effektiv «nur» etwa 1,5 Millionen benannt und beschrieben wurden; 20% dürften unentdeckte Synonyme sein.

Die Basis für die Berechnung aller Indikatoren und damit für sämtliche Erkenntnisse zur Entwicklung der Biodiversität, den Ursachen der Veränderungen und den Handlungsbedarf sind die im Feld erhobenen, qualitativ hochstehenden biologischen Daten. Umso bedauerlicher ist es, dass solche Daten, die im Rahmen von wissenschaftlichen Untersuchungen erhoben werden, oft ausschliesslich als Grundlage für statistische Auswertungen dienen. Die Rohdaten verschwinden und stehen weder Wissenschaft noch Politik zur Verfügung. Es ist höchste Zeit, dass für alle Biodiversitätsforschenden gilt: Wer Daten zu irgendeinem Aspekt der Biodiversität erhebt, ist verpflichtet, diese Daten den zentralen Datenzentren zu melden und damit der Wissenschaft und der Praxis für zukünftige Analysen zugänglich zu machen.

**Literatur und Liste der wichtigsten Monitoringprogramme in der Schweiz**  
[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

# Indikatoren für die Biodiversität

## Quantifizieren, standardisieren, kommunizieren

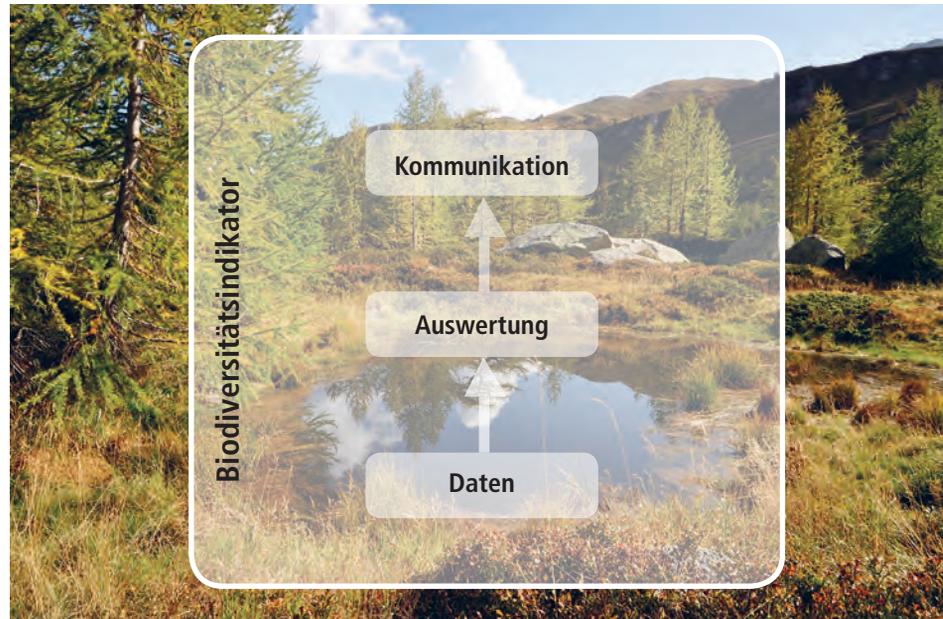
Lukas Mathys, Sigmaplan AG, CH-3006 Bern, lukas.mathys@sigmaplan.ch

Informationsgrundlagen zur Biodiversität mit all ihren Elementen und Wechselwirkungen sind wichtig für die Erhaltung und Förderung der Biodiversität, aber gleichzeitig auch eine Herausforderung, denn biologische Vielfalt bedeutet Informationsvielfalt. Um dennoch Aussagen über Zustand und Entwicklung der Biodiversität machen zu können, ist es nötig, diese Informationsvielfalt zu reduzieren. Dazu dienen Biodiversitätsindikatoren.

Biodiversitätsindikatoren sind Messgrößen, die auf überprüfbaren Daten basieren und ganzheitliche, wissenschaftlich fundierte Informationen liefern (BIP 2011). Damit werden Informationen über die Biodiversität vereinfacht, quantifiziert, methodisch standardisiert und verständlich kommuniziert (SBSTTA 2003). Biodiversitätsindikatoren bestehen im weiteren Sinn aus drei Komponenten: der Datengrundlage, der Datenauswertung sowie der Resultatkommunikation (siehe Abbildung).

Im engeren Sinn beziehen sich Biodiversitätsindikatoren auf die Datenauswertung, mit welcher die Zahlen produziert werden. Dafür braucht es aber eine bestehende oder zu erfassende Datengrundlage, und die resultierenden Zahlen müssen in geeigneter Form kommuniziert werden. Erst dann ist ein Biodiversitätsindikator effektiv und komplett.

Den einen, umfassenden und allgemeingültigen Biodiversitätsindikator gibt es nicht. Denn verschiedene Zielgruppen haben unterschiedliche Zugänge zur Biodiversität und entsprechend andere Anforderungen an einen Indikator. Ein geeigneter Biodiversitätsindikator muss also für die Zielgruppe verständlich und relevant sein (SBSTTA 2003, Feller-Länzlinger 2010). Die Erarbeitung eines Biodiversitätsindikators beginnt deshalb mit der Identifizierung der Zielgruppe und ihren Anforderungen, welche dann die Kommunikationsform, mögliche Methoden zur Indikatorenauswertung und dafür notwendige Datengrundlagen bestimmen (BIP 2011).



Im weiteren Sinne bestehen Biodiversitätsindikatoren aus drei Komponenten, die auch die Kommunikation der Ergebnisse beinhalten. Foto Lukas Mathys

Es existieren bereits verschiedene Biodiversitätsindikatoren. In der Schweiz dokumentiert beispielsweise das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) die verschiedenen Aspekte von Biodiversität mit einer Reihe von Indikatoren. Die Kernindikatoren beinhalten die Vielfalt von Arten und Organismengruppen. Eine Reihe weiterer Institutionen und Programme produzieren in der Schweiz Biodiversitätsindikatoren operationell, um für ihre Zielgruppen die relevanten Informationen zur Verfügung zu stellen. International gesehen, sind die drei bisher häufigsten Indikatoren, welche im Rahmen der Implementierung der Biodiversitätskonvention (CBD) produziert wurden, die Fläche der Schutzgebiete, die Fläche des Waldes und der Waldtypen sowie invasive Arten (Bubb et al. 2011).

Viele Biodiversitätsindikatoren richten sich an Fachleute und die Verwaltung, die wichtige Zielgruppen sind. Allerdings gibt es eine grosse Anzahl weiterer Zielgruppen, die mit anderen Auswertungsinhalten und vor allem anderen Kommunikationsformen erreicht werden. Die Herausforderung ist es deshalb, auch diese Zielgruppen mit geeigneten Biodiversitätsin-

dikatoren zu erreichen und zu involvieren.

Während die Auswertung und Kommunikation auf Zielgruppen ausgerichtet ist, sollten die Datengrundlagen das System Biodiversität gesamtheitlich und einheitlich abbilden. Nur so können die verschiedenen, davon abgeleiteten Indikatoren kombiniert und verglichen werden. Die Vision ist also eine konsistente Biodiversitätsdatengrundlage, die geeignete Indikatoren für verschiedene Zielgruppen ermöglicht.

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

# Wissenschaftliche Grundlagen Prinzipien eines guten Monitorings

Marc Kéry, Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach, marc.kery@vogelwarte.ch; Benedikt R. Schmidt, Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz karch, CH-2000 Neuchâtel, benedikt.schmidt@unine.ch

Werden bei einem Monitoring bestimmte Regeln eingehalten, können zuverlässige Aussagen zum Zustand und zur Veränderung der Bestände der untersuchten Organismen gemacht werden. Von zentraler Bedeutung sind eine saubere Auswahl der Stichprobe und die Minimierung des Messfehlers.

Biodiversität ist ein weiter Begriff, der die natürliche Vielfalt von Genen, Individuen, Populationen, Arten, Habitaten und Lebensgemeinschaften beinhaltet. Um Biodiversität zu messen, gilt es als erstes zu entscheiden, welcher ihrer Aspekte am nutzbringendsten, präzisesten und günstigsten bestimmt werden kann. Von zentraler Bedeutung ist die Population, das heisst die Gesamtheit der Individuen einer Art in einem Gebiet. Die direkteste Beschreibung der Population ist ihre Grösse, auch Abundanz oder Bestand genannt, gefolgt von der Verbreitung und den zeitlichen Mustern der Abundanz und der Verbreitung (Trend). Alle drei Kenngrössen sind von zentraler Bedeutung im Biodiversitätsmonitoring (Yoccoz et al. 2001). Die hier vorgestellten Prinzipien gelten aber auch für die Artenzahl, eine andere oft verwendete Kenngrösse für Biodiversität.

## Die Gesetze der Statistik

Verbreitung und Bestand werden häufig als separate Grössen behandelt, doch ist Verbreitung einfach eine Funktion des Bestands mit verringertem Informationsgehalt: Eine Art kommt an einem Ort vor, wenn ihr Bestand grösser ist als Null. Wenn man den Bestand an jedem Ort in einem Gebiet kennt, dann kennt man auch die Verbreitung der Art, aber nicht umgekehrt. Trotz dieser Äquivalenz ist es aus praktischen Gründen oft sinnvoll, beide Grössen getrennt zu betrachten, da sich ihre Datensammelprotokolle und statistischen Analysemethoden unterscheiden können.

Von fundamentaler Bedeutung ist die Erkenntnis, dass Kenngrössen der Biodiversität wie Bestand und Verbreitung nach den Grundsätzen einer statistischen Stichprobenerhebung gemessen werden sollten.

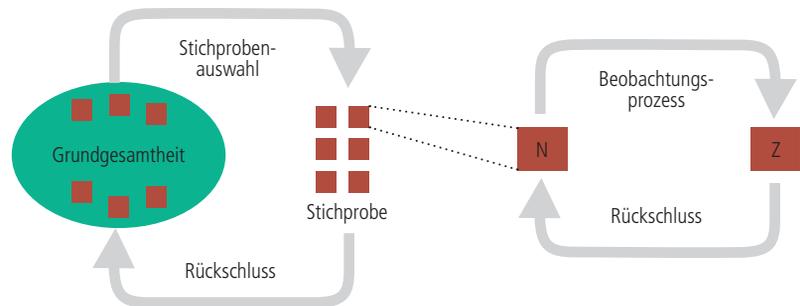


Abb. 1. Die zweistufige Stichprobenerhebung. N = Bestand; Z = Zählung

Das heisst, man wählt nach bestimmten Regeln einen Teil des Ganzen (die sogenannte Stichprobe), untersucht und beschreibt ihn und macht daraus aufgrund der Gesetze der Statistik einen Rückschluss (d.h. eine Extrapolation) auf das Ganze (die sogenannte Grundgesamtheit). Das ist nicht einfach «nice to have» und dient auch nicht nur der Befriedigung akademischer Wünsche; es geht einzig und alleine darum, sicherzustellen, dass zuverlässige Aussagen über die Biodiversität gemacht werden können.

## Messfehler korrigieren

Ganz anders als in vielen Stichproben (z.B. in der Wirtschaft oder der Soziologie) ist man bei Tier- und Pflanzenpopulationen praktisch immer mit systematischen Messfehlern konfrontiert, die vor allem damit zu tun haben, dass einzelne Individuen und Arten übersehen werden. Die Wahrscheinlichkeit, Arten im Feld zu entdecken, ist damit meist kleiner als 100% (Kéry 2008). Weder die Verbreitung noch ein Bestand können direkt und fehlerfrei beobachtet werden. Diese triviale Erkenntnis, die jedem Naturbeobachter wohl bekannt ist, hat weitreichende Konsequenzen für die Art der Stichprobenerhebung und ihre Auswertung. Wann immer man mit Hilfe von Zählungen in der Natur die absoluten Bestände oder das reale Vorkommen einer Art messen möchte, ist dieser systematische Messfehler im Stichprobenverfahren zu berücksichtigen, damit er hinterher statistisch eliminiert werden kann.

## Ein Zahlenbeispiel

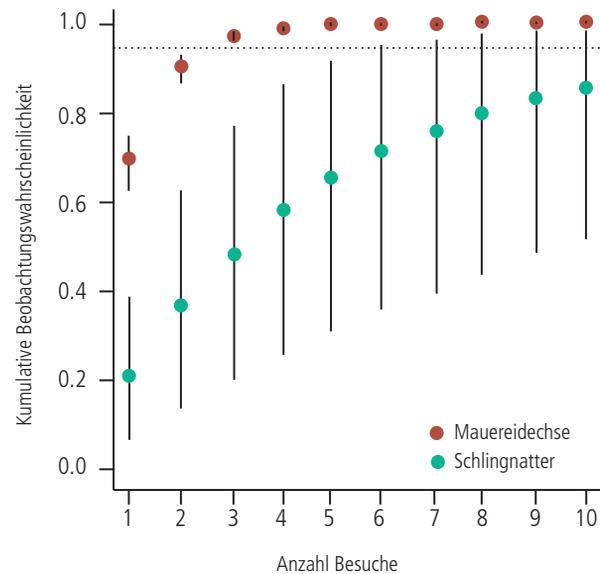
Die Messung der Biodiversität in einem bestimmten Raum muss man sich als zweistufiges Stichprobenverfahren vorstellen (Abb. 1). Der erste Schritt besteht in der Definition der Grundgesamtheit, über die man etwas aussagen will, beispielsweise den Gesamtbestand der Kohlmeise in der Schweiz. Danach bestimmt man eine Stichprobeneinheit (z.B. 1 km<sup>2</sup>-Quadrat) und wählt davon zufällig eine bestimmte Anzahl aus, wodurch man eine erste, räumliche Stichprobe erhält. In jedem Quadrat gibt es einen Bestand N, den man in einem zweiten Schritt messen kann, beispielsweise indem die Anzahl Kohlmeisenreviere (Z) festgestellt wird. Diese Zählung stellt die zweite, geschachtelte Stichprobe dar. Die Beobachtbarkeit von Kohlmeisen ist kleiner als 100% und somit ist  $Z \leq N$ . Daher muss der Beobachtungsprozess mit statistischen Modellen beschrieben werden, um aufgrund der Messung Z eine unverzerrte Schätzung des Zustands N im Quadrat zu erhalten. Daraus lässt sich in einem weiteren Schritt der nationale Gesamtbestand der Kohlmeise hochrechnen.

Betrachten wir ein einfaches Zahlenbeispiel und nehmen an, wir hätten zufällig 1000 der ca. 42 000 km<sup>2</sup> in der Schweiz ausgewählt und darin total 8000 Kohlmeisenreviere gefunden. Nehmen wir ferner an, dass man durchschnittlich 2 von 10 Revieren verpasst hat, dass also ein Revier nur mit einer Beobachtungswahrscheinlichkeit von 0,8 in der Stichprobe Z erscheint, und dass der Beobachtungsprozess keine wesentlichen anderen Faktoren

Abb. 2: Beobachtungswahrscheinlichkeiten von Mauereidechse und Schlingnatter (mit Bayesianischem Vertrauensintervall). Die beiden Arten haben unterschiedliche Beobachtungswahrscheinlichkeiten pro Besuch (etwa 0,7 und 0,2). Besucht man ein Gebiet mehrfach, so erreicht man bei der Mauereidechse nach drei Besuchen eine kumulative Wahrscheinlichkeit über 0,95, so dass man die Art normalerweise gefunden hat, sofern sie vorkommt. Bei der Schlingnatter braucht es dazu wesentlich mehr Besuche. Die notwendige Anzahl Besuche pro Standort ist kaum bezahlbar; somit besteht ein grosses Risiko, die Art nicht zu finden, obwohl sie anwesend wäre. Deswegen lohnt sich der Einsatz statistischer Verfahren, welche Abundanz und Verbreitung korrekt schätzen.



Schlingnatter. Foto Thomas Ott, Bubendorf



(z.B. Doppelzählungen) beinhaltet. Somit kann der Schweizer Kohlmeisenbestand auf  $((8000:1000):0,8) \times 42\,000 = 420\,000$  Reviere hochgerechnet werden. Wichtig ist auch die Berechnung eines Konfidenzintervalls, das angibt, wie zuverlässig der Schätzwert ist.

### Die Stichprobe

Die explizite Darstellung der Messung von Bestand und Verbreitung als Stichprobenprozess verdeutlicht, dass die beiden Stichproben nach gewissen Regeln gezogen werden müssen, damit Folgerungen basierend auf den Gesetzen der Statistik gemacht werden können. Das wichtigste Prinzip im ersten Schritt ist eine Zufallsstichprobe; nur dann hat man mit Garantie eine repräsentative Stichprobe.

Auch die adäquate Behandlung des Beobachtungsprozesses verlangt das Einhalten einiger Regeln. Wichtig ist eine gewisse Standardisierung der Messung, beispielsweise in Bezug auf die raumzeitliche Stichprobeneinheit, die verwendeten Methoden und die Beobachtungsbedingungen. Standardmethoden allein reichen aber nicht aus, um zuverlässige Biodiversitätsmessungen zu erhalten, denn die Erfahrung zeigt, dass viele Einflussfaktoren nicht vollständig ausgeschaltet werden können (z.B. unterschiedliche Erfahrung der Beobachter oder Bestandsdichten),

und dass Beobachtungswahrscheinlichkeiten auch in stark standardisierten Monitoringprogrammen nicht konstant sind. Will man die Beobachtbarkeit schätzen, so braucht es normalerweise mehrere Besuche an jedem Ort. Dies lässt sich an einem vereinfachten Beispiel illustrieren: Wenn man eine eigentlich vorkommende Art beim ersten Besuch findet, beim zweiten aber nicht, so lässt sich sagen, dass die Beobachtungswahrscheinlichkeit 0,5 ist. Die Abbildung 2 zeigt empirische Beobachtungswahrscheinlichkeiten für die Mauereidechse und die Schlingnatter; die Daten dafür wurden im Rahmen der Aktualisierung der Roten Liste der Reptilien von 2005 gesammelt.

Leider haben die meisten Monitoringprogramme Defizite in einer oder beiden der beschriebenen Stichprobenkomponenten. Schöne Beispiele für Programme, die beide Komponenten explizit berücksichtigen, sind das Schweizer Biodiversitäts-Monitoringprogramm BDM (Weber et al. 2004) und das Monitoring häufiger Brutvögel in der Schweiz (Kéry und Schmidt 2008). Auch bei der Aktualisierung der Roten Liste der Amphibien wurden die hier beschriebenen Grundsätze eingehalten (siehe Artikel S. 16). In allen Fällen wird oder wurde eine räumliche Zufallsstichprobe mehrmals pro Saison mit Methoden untersucht, die es erlauben, die Antreffwahrscheinlichkeit und somit absolute Bestände und Verbreitungsgebiete zu schätzen.

Werden die beschriebenen Regeln eingehalten, so liefert ein Monitoringprogramm gute Informationen; dies gilt auch für solche, die mit freiwilligen Personen durchgeführt werden.

### Fazit

Die Prinzipien eines guten Monitorings sind schnell zusammengefasst. Zuerst muss man sich überlegen, welche Fragen das Monitoring beantworten soll. Im Beispiel oben war das «wie viele Kohlmeisen gibt es in der Schweiz?». Danach wird eine Entscheidung benötigt, welche Messgrößen geeignet sind, um die Fragen zu beantworten. Unserer Ansicht nach sind Abundanz und Verbreitung praxisrelevante Messgrößen. Anschliessend braucht es eine saubere Auswahl der Stichprobe und ein Datensammelprotokoll, das es erlaubt, unvermeidliche Messfehler zu minimieren, sei es im Feld oder später rechnerisch bei der Datenanalyse. Wird die Stichprobe zufällig gezogen und nicht vollständige Beobachtbarkeit berücksichtigt, wird das Monitoring zuverlässige Aussagen erlauben, so dass die richtigen Entscheide im Naturschutz gefällt werden.

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

# Datenzentren

## Vernetztes Wissen

Stefan Eggenberg, Info Flora, c/o Botanischer Garten, CH-3013 Bern, stefan.eggenberg@infoflora.ch; Silvia Stofer, SwissLichens – Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flechten, Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf; Yves Gonseth, Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, CH-2000 Neuchâtel

**Die floristischen und faunistischen Daten- und Informationszentren der Schweiz haben sich im Verbund «Info Species» zusammengeschlossen. Über 15 Millionen Fundmeldungen sind in ihren Datenbanken gespeichert. Gemeinsame Nutzungsrichtlinien gewährleisten eine zielgerichtete und transparente Datenpolitik.**

Erneut sind in den letzten Wochen einige tausend Fundmeldungen aus dem Kanton Zürich eingegangen. Michael Jutzi von Info Flora lässt sich die Tabelle auf dem Bildschirm anzeigen und scrollt prüfend durch die Datensätze. «Es ist schon unglaublich», bemerkt er, «wie viele ehrenamtliche Botaniker, Profis wie Amateure, die neuen Online-Erfassungstools der Datenzentren nutzen!» Vor allem für die Mitarbeitenden des Floreninventars des Kantons Zürich ist es attraktiv. Sie haben alle ein Konto bei Info Flora und geben nun, Monat für Monat, die Funde ihrer Inventarquadrate ein. Gleichzeitig können sie auf der Karte nebst den eigenen Fundmeldungen des Projektes auch diejenigen der anderen Mitarbeitenden sehen und so die Entwicklung des Inventars laufend mitverfolgen. Das ist nicht nur informativ, sondern animiert gegenseitig zum Weitermachen und Weitersuchen.

Thomas Wohlgemuth, einer der Leiter des Floreninventars, ist denn auch sehr zufrieden mit der Zusammenarbeit mit den Datenzentren. Es ist eine Situation, in der beide Partner profitieren: die Organisationen, welche mit Ehrenamtlichen Inventare erstellen, und die Datenzentren, welche die Daten direkt in ihre Datenbanken einlesen können. So ist der Datenbestand bei Info Flora innert kürzester Zeit um fast 60 000 auf inzwischen fast vier Millionen Fundmeldungen angewachsen.

### Steigender Informationsbedarf

Auch bei den Datenzentren für die Fauna und den Zentren für die Kryptogamen (Moose, Flechten, Pilze) nehmen die Datenmeldungen stetig zu. Zählt man die Fundmeldungen aller Datenzentren zusammen, so stehen inzwischen ungefähr 15 Millionen Funddaten zur Verfügung.

Für die Datennutzer aus Naturschutz oder Forschung sind das ausgezeichnete Neuigkeiten. Je dichter sich das Netz der Datenabdeckung webt, desto besser lässt sich aus den Daten ein Bild über die Artenvielfalt eines Gebietes ableiten. Der Bedarf nach Informationen quer durch alle Organismengruppen wird immer grösser. Vögel, Pilze, Fledermäuse, Amphibien, Schmetterlinge: Alles was in einem Kanton, einem Naturpark oder einem Objekt eines Bundesinventars vorkommt, interessiert die Leute aus der Verwaltung, der Forschung, Parkleitung oder aus Ökobüros. Die Datenzentren haben sich daher unter dem Namen Info Species ([www.infospecies.ch](http://www.infospecies.ch); vgl. Kasten) zu einem nationalen Dachverband zusammengeschlossen, um sich gegenseitig zu koordinieren und um Synergien besser zu nutzen. Mit Info Species regeln die Zentren alle Verträge, erarbeiten gemeinsame Standards und Richtlinien und führen ihre Ressourcen zusammen, um die bestehenden Erfassungstools weiter zu entwickeln.

### Wichtige Qualitätskontrolle

Michael Jutzi von Info Flora hat inzwischen die Tabelle der neuesten Fundmeldungen aus dem Zürcher Inventar zusammengestellt. Er wird nun nochmals die Vollständigkeit aller Angaben prüfen und die Daten für die spätere Plausibilisierung der Funde vorbereiten. Der Name des gefundenen Taxons, die geografischen Koordinaten, das Funddatum und der Name der Finderin oder des Finders sind die minimalen Angaben, welche die Datenzentren für eine Fundmeldung brauchen. Elementar ist ausserdem die Angabe zur Präzision der Koordinaten: Sind sie mit GPS ermittelt worden oder von einer Karte abgeschätzt? Wie wird die Ungenauigkeit der Messung von der Beobachterin eingeschätzt? Diese Angaben werden später bei der Interpretation der Daten eine grosse Rolle spielen. «Sehr wichtig ist auch eine kurze Ortsbeschreibung des Fundes», sagt Jutzi. «Denn nur so können wir im Nachhinein die Koordinaten mit Gemeinde- und Flurname vergleichen und so überprüfen, ob sich bei der Angabe der Koordi-

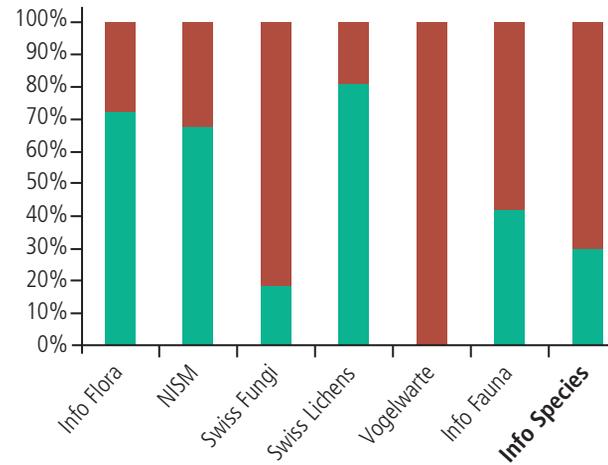
naten nicht ein dummer Tippfehler eingeschlichen hat. Damit wird in einem ersten Schritt die Verortung des Fundes kontrolliert; in einem zweiten Schritt folgt dann die Plausibilisierung des Taxons.»

Diese Überprüfung der Daten ist wichtiger denn je. Es ist fantastisch, wie sich dank neuen, attraktiven Erfassungstools der Kreis der Datenmelderinnen und -melder erweitert. Andererseits sind die Zentren nun aber auch umso mehr gefordert, die fehlerhaften Meldungen von den korrekten zu trennen. Das ist insbesondere bei der Evaluation der Artangabe schwierig, manchmal sogar unmöglich, wenn es sich um Meldungen schwer erkennbarer Arten handelt, zu denen keine Belege mitgeliefert werden. Aber selbst hier gibt es Evaluationsmöglichkeiten, da ja die Arten nicht überall mit gleicher Wahrscheinlichkeit vorkommen. Sowohl die unmöglichen als auch die unwahrscheinlichen Meldungen werden in den Datenbanken von Info Species entsprechend markiert. «Zu den Funden, welche eine Bestätigung brauchen, gehören automatisch auch die Neufunde in einer Region», erklärt Jutzi. «Hier wird dann genauer hingeschaut, wer uns die Fundmeldung zugesandt hat und die Person wird kontaktiert oder es werden Belege eingefordert.»

Für zahlreiche Arten sind fotografische Belege ein wichtiges Instrument zur Kontrolle der Artbenennung. Heute können mit dem Smartphone gemachte Bilder über das Internet an die Datenzentren geliefert werden, teilweise schon direkt mit der Fundmeldung aus dem Gelände. Die Datenzentren speichern daher heute nicht mehr nur die direkten Fundmeldedaten, sondern zunehmend auch zugehörige Bilddaten. So werden beispielsweise beim CSCF – Info Fauna die zugesandten Bilder sofort mit der Artangabe der empfangenen Meldung verglichen; die Meldung erhält so eine erste «Eingangskontrolle». Allerdings reichen bei vielen Artengruppen (Insekten, Moose, Flechten, Pilze) Fotos häufig nicht, um Arten eindeutig anzusprechen zu können. Je nach Datenzentrum sind weitere Belege notwendig, beispielsweise Sonogramme für Fledermäuse, Heu-

**Info Species** ist der Verbund der Schweizer Daten- und Informationszentren für Fauna, Flora und Kryptogamen. Die folgenden Zentren sind an diesem Verbund beteiligt:

CSCF – Info Fauna	Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna ( <a href="http://www.cscf.ch">www.cscf.ch</a> )
Info Flora	Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora ( <a href="http://www.infoflora.ch">www.infoflora.ch</a> )
Karch	Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz ( <a href="http://www.karch.ch">www.karch.ch</a> )
KOF & CCO	Schweizerische Koordinationsstellen für Fledermausschutz Ost und West ( <a href="http://www.fledermausschutz.ch">www.fledermausschutz.ch</a> & <a href="http://www.ville-ge.ch/mhng/cco">www.ville-ge.ch/mhng/cco</a> )
NISM	Datenzentrum Moose Schweiz ( <a href="http://www.nism.uzh.ch">www.nism.uzh.ch</a> )
Schweizerische Vogelwarte	<a href="http://www.vogelwarte.ch">www.vogelwarte.ch</a>
SwissFungi	Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Pilze ( <a href="http://www.swissfungi.ch">www.swissfungi.ch</a> )
SwissLichens	Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flechten ( <a href="http://www.swisslichens.ch">www.swisslichens.ch</a> )



Anteil von privaten (rot) und öffentlichen Daten (grün) in den verschiedenen Datenzentren und im Durchschnitt aller Datenzentren (Info Species).

schrecken oder Singzikaden, mikroskopische Aufnahmen für Moose und Flechten oder Herbarbelege für Gefässpflanzen. In Zukunft werden bei schwierigen Gruppen wohl auch Gensequenzen (Barcodes) eine Rolle spielen.

Diese Schwierigkeit bei der Einschätzung der Artangabe ist einer der vielen Gründe, weshalb die gesammelten Daten der Datenzentren nicht einfach öffentlich heruntergeladen werden können. «Es ist wichtig, dass wir die Kunden beraten und gezielt auf Fehlerquellen hinweisen können, wenn Anträge für Datenauszüge gestellt werden», erklärt Jutzi. So sehen es auch die anderen Datenzentren. Je einfacher das Hochladen von Daten wird, desto wichtiger ist eine gezielte Auswahl und Filterung der Daten zu deren Weiterverwendung und eine Hilfe zur Interpretation.

### Schutz der Daten

Zudem müssen sich die Datenzentren immer wieder vergewissern, wem die Daten gehören, denn nur die durch die öffentliche Hand unterstützten Projekte liefern öffentliche Daten, die ohne Rückfrage in einer Vereinbarung weitergegeben werden dürfen. Doch rund zwei Drittel aller Daten von Info Species sind privat erhoben und gemeldet worden, und manche

Melderinnen und Melder legen grossen Wert auf den Schutz ihrer Daten (siehe Grafik). Meist handelt es sich um Daten hochsensibler Arten oder um Daten von laufenden Projekten (z.B. des BDM). «Würden wir diese nicht schützen, dann bekämen wir viele Daten oft erst Jahre später – möglicherweise zu spät für die kantonalen Naturschutz-Fachstellen», meint Jutzi. Die Kantone sind wichtige Kunden der Datenzentren. Für sie, die mit dem konkreten Artenschutz betraut sind, werden regelmässig Daten des jeweiligen Kantonsgebietes ausgetauscht. Dieser Austausch soll ab 2014 einfacher werden. Zuständig dafür ist Lukas Wotruba von der Forschungsanstalt WSL, der das Projekt «Virtual Data Center» VDC mit Unterstützung des BAFU und von Info Species vorantreibt. «Ziel ist es, die Bedürfnisse der kantonalen Fachstellen optimal einzubauen, so dass sie jederzeit sämtliche Daten aller Organismengruppen abholen können. Es wird ihnen zudem ermöglicht, auch gezielt Teildatensätze abzurufen. Innert Sekunden können sie ermitteln, welche gefährdeten Arten aus sämtlichen vorhandenen Tier-, Pflanzen- und Pilzgruppen in bestimmten Inventarobjekten gefunden wurden, selbstverständlich mit vielen Zusatzangaben zu den Fundmeldungen.»

### Wichtige Informationsquelle

Michael Jutzi widmet sich einer Datenabfrage, die von Info Species intern koordiniert wird. Für ein zukünftiges Naturschutzgebiet sollen alle Daten zu national prioritären und zu gefährdeten Arten von Tieren, Pflanzen, Moosen, Flechten und Pilzen zusammengetragen werden. Die daran arbeitenden Organisationen und Büros haben eine globale Anfrage an Info Species gerichtet; alles wird in einem einzigen Vertrag mit dem Dachverband Info Species abgewickelt. Jutzi ist für den Datenauszug der Gefässpflanzen-Flora verantwortlich. Im Datenauszug sind nun auch – immer in Absprache mit den Dateneignern – die eben erst via Internet erhaltenen Hinweise aus dem Zürcher Inventar selbstverständlich noch markiert als «noch nicht kontrollierte Daten». Dank neuen Erfassungswegen und vermehrter Koordination unter den Datenzentren gelangen so wichtige Informationen zu bedrohten Arten rasch und unkompliziert zu den Naturschutzakteuren und zu den Forschenden.

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

# Globale Datensammlungen

## Der Wissensschatz im Netz

Eva Spehn, Forum Biodiversität Schweiz, CH-3007 Bern, eva.spehn@scnat.ch

**Es gibt zahlreiche Bemühungen, Biodiversitätsdaten zu bewahren, zu sichern, zu vernetzen und frei zugänglich zu machen. Nur dann sind sie für die Forschung und die Erhaltung der biologischen Vielfalt nützlich; andernfalls handelte es sich um reine Datenfriedhöfe.**

Seit über 300 Jahren sammeln Biologinnen und Biologen an den entlegensten Orten der Welt Tiere und Pflanzen, um die Vielfalt des Lebens zu erforschen und sie zu dokumentieren. Dieses Vermächtnis ruht getrocknet, montiert, eingelegt, konserviert, gefroren oder ausgestopft in Naturhistorischen Museen sowie in Schränken und Kellern von Forschungsinstituten. Um den Zugang zu den einzelnen Objekten zu erleichtern, sind viele Sammlungen inzwischen in Datenbanken erfasst. Die digitalisierten Schätze können über das Internet zu riesigen Datenmengen zusammengesprochen werden. Auch in der Schweiz schreitet die Digitalisierung voran, allerdings sind erst ca. 10% der geschätzten 42 Millionen Tier- und Pflanzenbelege, die bekannt sind, auch online verfügbar.

### 328 Millionen Daten

Biodiversitätsdaten sind meist Informationen über Arten und ihre Vorkommen. Das können Einzelfunde sein, Artenlisten eines Gebietes oder Verbreitungskarten aus Verbreitungsatlantiken wie zum Beispiel dem Brutvogelatlas der Schweizerischen Vogelwarte Sempach oder die Karten zum Vorkommen einer Art, die den Roten Listen der Weltnaturschutzorganisation IUCN zugrunde liegen und ständig von Experten aktualisiert werden. Die häufigsten Daten sind aber Einzelfunde oder Einzelbeobachtungen. 328 Millionen solcher Funde sind bei der «Global Biodiversity Information Facility» GBIF online verfügbar, ein Portal, das über 10 000 Datensätze aus 450 verschiedenen Institutionen weltweit zusammenfasst.

Diese Datensätze sind unterschiedlich gross und reichen von über 97 Millionen Vogelfunden des «Avian Knowledge Network»-Datensatzes aus den USA bis hin zu

den 25 an einem GEO Tag der Artenvielfalt in Aachen gefundenen essbaren Wildkräutern. Die Schweiz steuert zurzeit über den GBIF-CH Knoten an der Universität Neuchâtel unter der Leitung von Yves Gonseth ca. 1,5 Millionen Funde bei. Davon sind zwei Drittel Funddaten des CSCF – Info Fauna oder von Info Species (siehe Artikel S. 10f), der Rest stammt aus Museums- und Privatsammlungen.

GBIF startete mit digitalisierten Herbariums- und zoologischen Museumssammlungen, die viele historische Vorkommen von Arten dokumentieren. Inzwischen kommen immer mehr aktuelle Beobachtungen hinzu, beispielsweise Funde von Meeresorganismen, die von Forschungsschiffen stammen, oder Vogelbeobachtungsdaten, die über e-bird von Vogelbegeisterten eingegeben werden.

Beobachtungsdaten («observations») lassen sich leichter in grosser Zahl erfassen, da hierbei nicht jedes Individuum konserviert wird. Der Nachteil dabei: Die Beobachtung kann nicht überprüft werden. Citizen Science-Projekte wie e-bird, bei denen Amateure ihre Beobachtungen online eingeben und miteinander teilen, stellen eine grosse potenzielle Datenquelle dar (siehe Artikel S. 23); allerdings bleibt die Qualitätskontrolle ein Problem.

### Zahlreiche Plattformen und Onlineportale

Durch die weltweite Vernetzung ist es möglich, eine globale «Artenliste» zu erstellen, ein Ziel von «Encyclopedia of Life EoL». Die Enzyklopädie des Lebens ist eine wichtige Informationsquelle für Biodiversitätsinteressierte, da hier alle Informationen zu einer Art zusammenlaufen: der wissenschaftliche Name und Stammbaum, Synonyme in Umgangssprachen, aber auch Bilder und Geräusche (z.B. von Fledermäusen, Vögeln und Walen). Jeder kann dazu beitragen und Beiträge kommentieren, so dass das Wissen zu jeder der bereits eingetragenen 1,3 Millionen Arten ständig wächst. Ein anderes Grossprojekt ist «GenBank». Dort werden Gensequenzen gesammelt und verglichen, was viele Studien erst ermöglicht. Abgesehen von

GBIF, EoL und GenBank gibt es noch viele andere Plattformen und Onlineportale, die weltweit Biodiversitätsinformationen zur Verfügung stellen (siehe Grafik).

Oft sind es nationale Initiativen, die an vorderster Front der Entwicklung stehen und als Vorzeigeprojekte gelten, wie der Atlas of Living Australia. Ein weiteres Pionierprojekt ist das Portal «Map of Life», das unterschiedliche Datentypen wie Verbreitungskarten, Einzelfunde oder Inventare von Arten miteinander verknüpft. Durch die Kombination verschiedenster Informationen entsteht ein viel schärferes Bild davon, wo eine Art tatsächlich vorkommt.

### Mangel an Qualitätsstandards

Noch gibt es grosse Wissenslücken. Die bisherigen Datensammlungen sind eher ein Abbild der Sammelleidenschaften als eine Dokumentation der tatsächlich vorhandenen Biodiversität. So sind die nordamerikanischen und europäischen Vogelarten sehr gut dokumentiert, während im Amazonas nur ein Bruchteil der Vielfalt erhoben ist. Das Biodiversitätsbeobachtungsnetz von GEO (Group on Earth Observation) hat sich zum Ziel gesetzt, das Biodiversitätsmonitoring weltweit zu verbessern. Ein Treffen findet dazu im Januar 2014 in Genf statt (siehe Kasten).

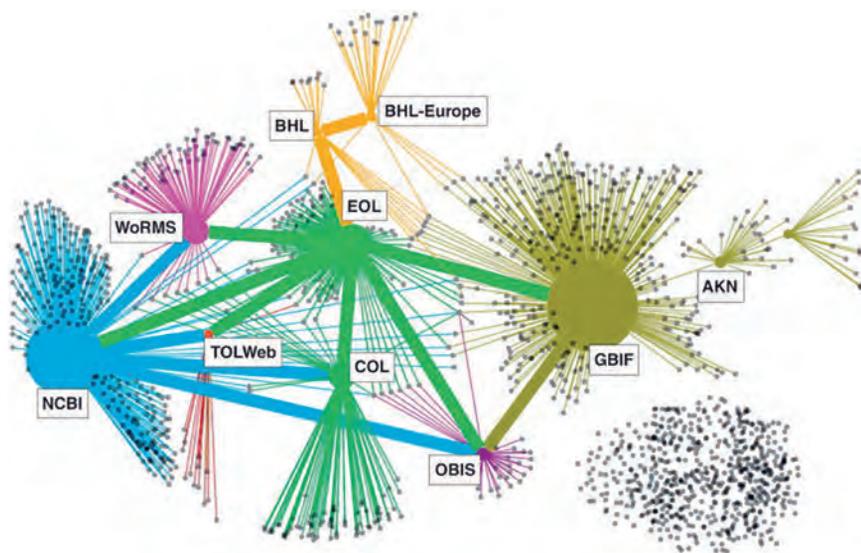
Oberstes Ziel muss es sein, dass alle erhobenen Biodiversitätsdaten bewahrt, gesichert, vernetzt und der Öffentlichkeit und Wissenschaft frei zugänglich sind. Nur dann sind sie für die Nachwelt nützlich. Je vollständiger die zur Verfügung stehenden digitalen Biodiversitätsdaten sind, desto gesicherter sind die Ergebnisse wissenschaftlicher Studien, die auf die Daten zurückgreifen. Allerdings sind noch viele Daten unzugänglich, und noch immer gehen viele Daten verloren – auch solche, die aus Projekten stammen, die mit öffentlichen Geldern finanziert werden. Es mangelt an Qualitätsstandards; eine Publikationskultur für Daten wie bei wissenschaftlichen Publikationen ist erst im Aufbau begriffen.

### Steigendes Interesse

Das Interesse der Forschung und die Zahl der Studien, die Biodiversitätsdaten aus öffentlich zugänglichen Datenbanken verwenden, steigen kontinuierlich. So wurden im Jahr 2012 nicht weniger als 230 Studien veröffentlicht, die auf GBIF-Daten zurückgegriffen haben. Die Themen reichen dabei von den Auswirkungen des Klimawandels auf Biodiversität (z.B. Modellierung künftiger Verbreitungsgebiete einer Art durch Nischenmodelle) über die Modellierung der Ausbreitung von invasiven Organismen oder Krankheitserregern bis hin

zur verbesserten Planung von Naturschutzgebieten. Viele Studien beantworten mit den Daten auch fundamentale wissenschaftliche Fragen aus der Evolutionsforschung, Makroökologie oder Biogeografie.

Eine Übersicht über die wichtigsten internationalen Datensammlungen findet sich auf [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > publications > hotspot



Netzwerk von weltweiten Biodiversitäts-Datenbanken mit Internetplattformen (z.B. GBIF und OBIS als «Knoten»). Jeder der 1631 Punkte repräsentiert ein Projekt (d.h. die Sammlung ist unvollständig, aber repräsentativ). In 1704 Fällen werden die Daten «geteilt», d.h. wiederbenutzt, mit Hyperlinks verbunden oder indiziert. Die Grösse der farbigen Punkte repräsentiert die Anzahl von solchen Hyperlinks.

OBIS = Ocean Biogeographic Information System; WoRMS = World Register of Marine Species; AKN = Avian Knowledge Network; COL = Catalogue of Life; EOL = Encyclopedia of Life; BHL = Biodiversity Heritage Library; NCBI = GenBank; TOLWeb = Tree of Life Web.

Quelle: Trends in Ecology and Evolution, Vol. 27, No. 2, Parr et al. Evolutionary informatics: unifying knowledge about the diversity of life, pp. 94-103, Copyright (2012). Mit freundlicher Genehmigung von Elsevier.

### Globale Biodiversitätsindikatoren

Im Januar 2014 wird die Schweiz Gastgeberin der zehnten Vollversammlung von GEO sein, der «Group on Earth Observation». In diesem Rahmen soll ein paralleler Anlass zur globalen Biodiversitätsüberwachung stattfinden.

Wissenschaftliche Grundlagen und Szenarien für Entscheide in der internationalen Biodiversitätspolitik werden immer wichtiger. Im Herbst 2010 wurden im japanischen Nagoya im Rahmen der Biodiversitätskonvention CBD der globale «Strategische Plan» für die Biodiversität 2011–2020 und die 20 «Aichi Biodiversity Targets» verabschiedet. Mit Hilfe globaler Indikatoren soll der Fortschritt zum Erreichen dieser Ziele beurteilt werden.

Auch die einzelnen Vertragsparteien der Biodiversitätskonvention müssen über ihren jeweiligen Stand berichten. Dies stellt grosse Anforderungen an die einzelnen Länder, da dafür passende nationale Indikatoren entwickelt werden müssen.

Ergänzt werden die Angaben einzelner Länder durch regionale oder globale Datenquellen. Wichtige Partner dafür sind Institutionen, die auch im Rahmen der «Biodiversity Indicators Partnership» BIP und dem «Biodiversity Observation Network» GEO-BON zusammenarbeiten: UNEP (GRID und WCMC), IUCN, das Sekretariat des Übereinkommens über die biologische Vielfalt CBD sowie weitere Partner.

Die Entwicklung verschiedener Biodiversitätsparameter ist von grosser Bedeutung. In Zukunft wird bei entsprechenden Fragestellungen sicherlich auch das zwischenstaatliche Expertengremium für Biodiversität und Ökosystemleistungen (IPBES) eine wichtige Rolle spielen.

Das BAFU unterstützt verschiedene Projekte der CBD und des World Conservation Monitoring Center WCMC der United Nations Environment Organisation UNEP, die helfen sollen, global erfasste Fernerkundungsdaten für lokale Monitoringzwecke zu verwenden. Dies soll Ländern dabei helfen, ihr eigenes Biodiversitätsmonitoring zu verbessern. Diese Projekte werden an den nächsten Treffen im Rahmen der CBD diskutiert und sollen auch während der 10. Vollversammlung der «Group on Earth Observation» (GEO-X) vorgestellt werden.

Andreas Obrecht, Sektion Rio-Konventionen,  
Bundesamt für Umwelt BAFU,  
[andreas.obrecht@bafu.admin.ch](mailto:andreas.obrecht@bafu.admin.ch)

# Artenvielfalt in der Schweiz

## 50 000, 70 000 oder 500 000?

Edward A. D. Mitchell, Forschungslabor für Bodenbiologie, Universität Neuchâtel, CH-2009 Neuchâtel, edward.mitchell@unine.ch; Jan Pawlowski, Département de Génétique et Evolution der Universität Genf; Enrique Lara, Forschungslabor für Bodenbiologie, Universität Neuchâtel; Yves Gonseth, Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (CSCF)

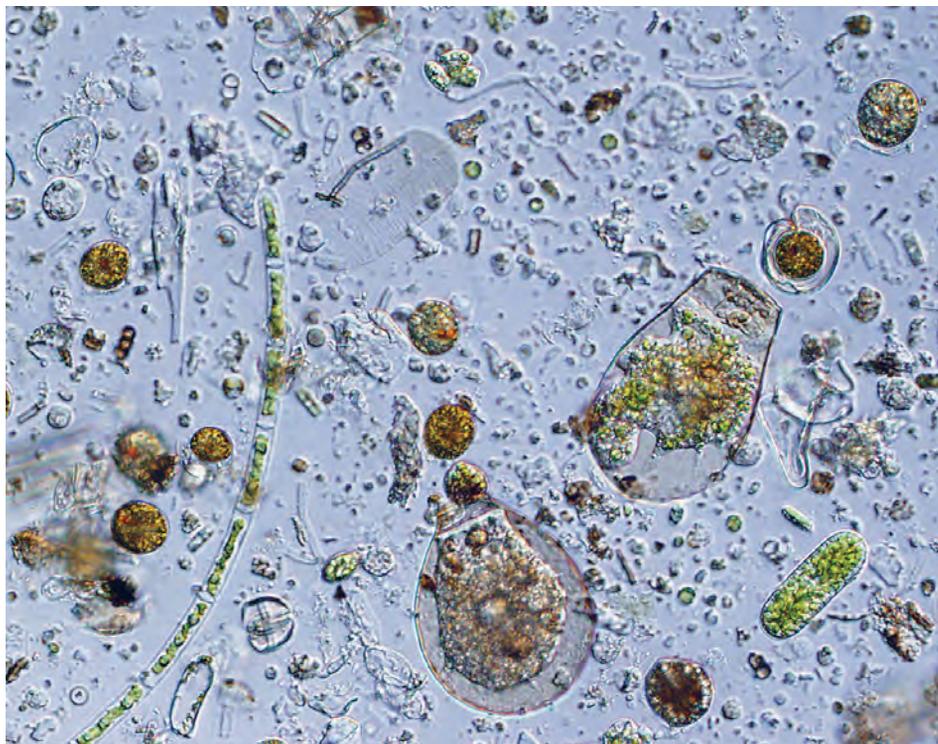
Man schätzt, dass in der Schweiz 50 000 bis 70 000 Arten leben (Baur et al. 2004). Doch wie zuverlässig ist diese Schätzung? Unserer Ansicht nach wird die Vielfalt an Arten deutlich unterschätzt, denn in den aktuellen Inventaren werden viele Organismengruppen vernachlässigt.

Die erste Herausforderung bei der Schätzung der Artenvielfalt ist die Bestimmung des Begriffs «Art». Die klassische Definition ist auf den Grossteil des phylogenetischen Stammbaums nicht anwendbar. Zahlreiche Mikroorganismen gelten als ungeschlechtlich – zweifellos zu Unrecht (Lahr et al. 2011). Ob geschlechtlich oder nicht, ihr Lebenszyklus wird nur selten erforscht. Der molekulare Ansatz erlaubt es, dieses Problem zu umgehen, wobei Fehler nicht ausgeschlossen werden können.

Um die genetische Vielfalt der Organismen zu ermitteln, besteht der erste Schritt darin, einen Marker (ganzes Gen oder Genfragment) zu wählen, der genügend variabel ist, damit die Arten voneinander unterschieden werden können, der aber möglichst in allen lebenden Organismen vorkommt. Da das ideale Marker-Gen nicht existiert, werden je nach Artengruppe verschiedene Gene verwendet. Es wird willkürlich eine Bandbreite festgelegt, die sogenannte molekulare taxonomische Einheit. Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass jede morphologische Art mehreren (oft Dutzenden oder Hunderten) «molekularen» Arten entspricht.

Vor allem bei den Parasiten wird die tatsächlich vorhandene Vielfalt vermutlich massiv unterschätzt. Wenn nämlich jede Tierart im Durchschnitt mindestens zwei spezifische Parasitenarten oder Symbionten (Einzeller oder Bakterien) besitzt, dann können höhere Tiere (die Wirte der Schmarotzer) nicht mehr als ein Drittel der globalen Biodiversität ausmachen.

Parasiten sind im Allgemeinen weniger gut untersucht als andere Arten (mit Ausnahme der menschlichen Parasiten sowie der Pflanzen und Tiere mit wirtschaftlicher Bedeutung). Ein ähnliches Defizit herrscht bei den Mikroorganismen. Hier gibt es mit grosser Wahrscheinlichkeit



Die Mikroorganismen sind die Stiefkinder der Biodiversitätsforschung. Foto Edward A. D. Mitchell

zahlreiche Arten, die in der Schweiz noch nicht beschrieben wurden. Die Frage lautet eigentlich: Ist ihre Zahl gering ( $<10^4$ ) oder ziemlich hoch ( $>10^5$ )?

Die unabhängigen Einzeller stiessen bei den Naturforschern des 19. Jahrhunderts auf grosses Interesse; doch die Erforschung der Kleinstlebewesen kam nicht vom Fleck. Die Mikroorganismen sind heute eindeutig die Stiefkinder der Biodiversitätsforschung. Das Aufkommen der molekularen Methoden eröffnet nun neue Perspektiven für die Forschung. Sie erlauben es, die Vielfalt, die Biogeografie, die zeitliche Dynamik und die ökologische Rolle dieser Kleinstlebewesen zu untersuchen.

Und was ist mit den Viren? Sind sie überhaupt lebende Organismen? Das Thema ist umstritten. Müssen die Viren also in die Biodiversitätsinventare aufgenommen werden? Wenn ja, gemäss welchem Artenkonzept? Diese Fragen sind sowohl biologischer als auch philosophischer Natur.

Und wo muss mit der Suche nach diesen neuen Arten begonnen werden? Die Organismen des Bodens wurden bisher besonders schlecht untersucht, insbesondere die Einzeller und die Mesofauna; Bakterien, Pilze und Makroinvertebraten sind vergleichsweise besser erforscht. Doch die Taxonomen, die sich auf Einzeller und die Mesofauna spezialisiert haben, sind Mangelware.

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

### SwissBOL: Die Biodiversität der Schweiz wird inventarisiert

Mit dem Ziel, die bestehende Biodiversität in der Schweiz besser zu erfassen, wurde kürzlich das Projekt «SwissBOL» (Barcoding Of Life; [www.swissbol.ch](http://www.swissbol.ch)) ins Leben gerufen. Das Projekt hat zum Ziel, langfristig die Gesamtheit der lebenden Organismen in der Schweiz zu inventarisieren. In einem ersten Schritt wurden Pilotprojekte ins Leben gerufen, die eine breite Palette an verschiedenen (mikro- und makroskopische, parasitäre, bekannte und weniger bekannte) Organismengruppen abdecken.

# Funktionale Aspekte der Biodiversität

## Warum messen – und wie?

Marco Moretti, Ökologie der Lebensgemeinschaften, Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-6500 Bellinzona, marco.moretti@wsl.ch; Matthias Albrecht, Agrarlandschaft und Biodiversität, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich, matthias.albrecht@agroscope.admin.ch

Welche Aspekte der biologischen Vielfalt sind für das Funktionieren von Ökosystemen und die Erbringung von Ökosystemleistungen besonders bedeutend, und wie variieren sie in Zeit und Raum? Kennzahlen der funktionalen Diversität haben sich als geeignet erwiesen, die Konsequenzen von Landnutzungsänderungen festzustellen.

Arten unterscheiden sich in vielfältigster Weise hinsichtlich ihrer Merkmale, die für eine oder mehrere Funktionen der Ökosysteme wichtig sind und ihre Reaktion auf Umweltveränderungen bestimmen. Merkmal-basierte Ansätze der Biodiversitätsmessung erlauben daher oft präzisere Vorhersagen von funktionalen Konsequenzen des globalen Wandels auf Ökosystemfunktionen und -leistungen als taxonomische Ansätze (z.B. Artenzahl). Da die meisten Ökosystemfunktionen stark von biotischen Beziehungen beeinflusst werden, ist es wichtig, die Bedeutung der funktionalen Diversität über die verschiedenen Ebenen des Nahrungsnetzes hinweg zu verstehen.

Untersuchungen zeigen, dass Artengemeinschaften mit einer hohen funktionalen Diversität infolge der funktionellen Redundanz und Komplementarität zwischen Arten stabile Ökosystemleistungen erbringen können. Verschiedene Bestäuberinsekten weisen beispielsweise ein zeitlich (im Tages- oder Jahresverlauf) oder räumlich (Blüten-, Pflanzen-, Landschaftsebene) diverses und teilweise komplementäres Aktivitäts- bzw. Bestäubungsmuster auf, was sich positiv auf den Bestäubungserfolg von Pflanzen auswirken kann (Albrecht et al. 2012).

Neue, von der WSL geleitete Studien haben gezeigt, dass der Einfluss von Heuschrecken auf die Pflanzenbiomasse und damit auf den Nährstoffzyklus im Boden nicht nur von den dominanten biomechanischen Eigenschaften der Pflanzengemeinschaften abhängt, sondern auch von der funktionalen Diversität in Bezug auf die Nahrungsqualität für diese Herbivorengruppe (Ibanez et al. 2013; Moretti et al. 2013).



Nur bei genügend grossen Bestäubern wie der Erdhummel (links) wird der Pollen der Goldnessel beim Blütenbesuch so auf dem Körper platziert, dass eine effiziente Bestäubung ermöglicht wird. Kleinere Wildbienenarten mit kürzeren Zungen hingegen (rechts) sind oft effizientere Bestäuber von Blüten mit kurzen Kronröhren, die für sie leichter zugängliche Ressourcen bieten. Für die Bestäubung von Pflanzen können also sowohl Körpergrösse und Zungenlänge der Blütenbesucher als auch die Kronröhrenbreite und Länge der Blüten wichtige funktionale Merkmale sein. Um die Hypothese zu testen, ob die Bestäubungsleistung für eine diverse Pflanzengemeinschaft insgesamt von der funktionellen Komplementarität der Merkmale «Körpergrösse» und «Zungenlänge» in der Bestäubergemeinschaft

beeinflusst wird, könnte die Kennzahl «Funktionelle Divergenz», welche z.B. als Summe der gewichteten Abweichungen in der Körpergrösse der Bestäuber oder von der gewichteten mittleren Körpergrösse in der Gemeinschaft berechnet werden kann, zur Anwendung kommen. Wenn man untersuchen möchte, ob insbesondere Bestäubergemeinschaften mit einem hohen Anteil an grossen Arten hohe Bestäubungsleistungen erbringen, könnte z.B. die nach der Häufigkeit der Blütenbesucher gewichtete durchschnittliche Körpergrösse als merkmal-basierte Kennzahl verwendet werden. Fotos Beat Wermelinger, WSL (links); Matthias Tschumi, Agroscope (rechts)

In einem Europäischen Projekt ([www.queessa.eu](http://www.queessa.eu)) wird zur Zeit untersucht, wie Nützlings- und Bestäubergemeinschaften in halbnatürlichen Lebensräumen in Agrarlandschaften von funktionalen Vegetationsmerkmalen strukturiert werden. Die Wissenschaftler sind zudem daran interessiert, inwieweit die Merkmale der beiden Gruppen überlappen und welche funktionalen Merkmale der Nützlinge und Bestäuber besonders bedeutend sind für die von ihnen erbrachten Ökosystemleistungen. Ziel ist es, merkmal-basierte Kennzahlen für die Biodiversität abzuleiten (siehe Abbildung). Diese besitzen ein bisher nicht ausgeschöpftes Potenzial, um funktionale Aspekte der biologischen Vielfalt in Erfolgskontrollen von Naturschutz-,

Renaturierungs- und Monitoringprogrammen zu integrieren. Die Biodiversitätsforschung muss klären, welche einfach zu messenden funktionalen Merkmale von Organismengruppen eine Schlüsselrolle spielen in Bezug auf ihre Sensitivität auf Umweltveränderungen einerseits und ihrer Auswirkungen auf Ökosystemfunktionen und -leistungen andererseits, und wie diese Merkmale korrelieren. Dabei sind neben dem Mittelwert von Merkmal-Werten auch deren Variation und Diversität in den Lebensgemeinschaften (funktionale Diversität) wichtige Kennzahlen.

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

## Rote Listen

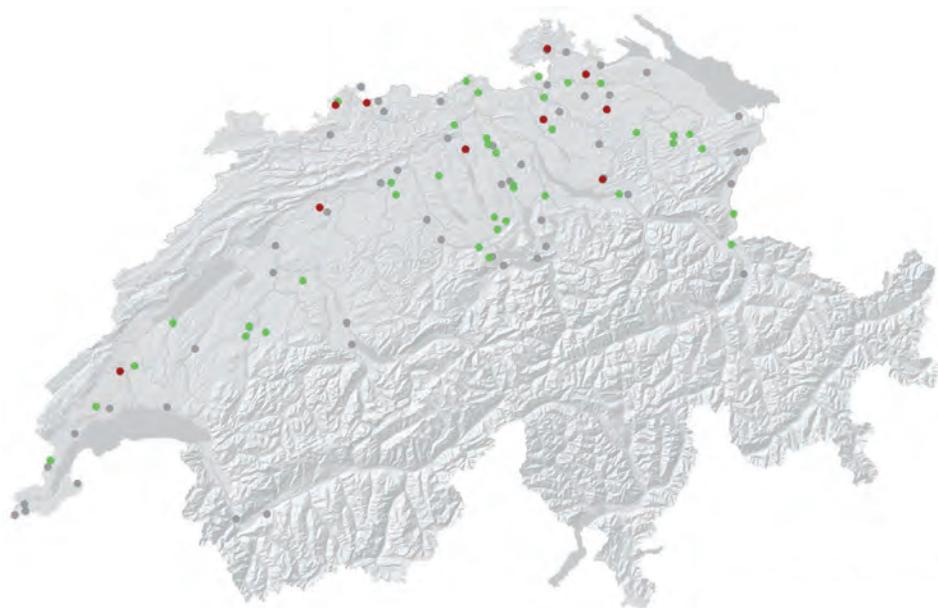
# Die Messung des Gefährdungsstatus

Benedikt R. Schmidt, Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz karch, CH-2000 Neuchâtel, benedikt.schmidt@unine.ch

**Was steckt hinter der Aussage «die Art ist bedroht und steht auf der Roten Liste»? Wie der Gefährdungsgrad gemessen wird, soll hier am Beispiel der Roten Liste der Amphibien von 2005 erläutert werden.**

Bei der Roten Liste der Amphibien von 2005 war die Vorgabe des Auftraggebers, dem Bundesamt für Umwelt BAFU, dass die Methodik der Weltnaturschutzorganisation IUCN anzuwenden sei. Die IUCN hat sowohl Rote Liste-Kategorien als auch quantitative Kriterien definiert, wann eine Art in welche Kategorie einzuordnen sei. Die Prüfung der Methodik der IUCN ergab, dass bei den einheimischen Amphibien nur die Kriterien «geografische Verbreitung» und «Abnahme des Bestandes» sinnvoll angewandt werden können. Da die karch eine Verbreitungsdatenbank führt, welche Auskunft gibt über die Anzahl Populationen der Amphibienarten in der Schweiz, und weil die Abnahme eines Bestandes durch eine Veränderung der Anzahl Populationen beschrieben werden darf, bot sich das Kriterium «Abnahme des Bestandes» an.

Für alle weierbewohnenden Arten (ausser den häufigen Arten Grasfrosch, Erdkröte und Bergmolch) wurden je 25 Laichgebiete (d.h. Populationen) zufällig ausgewählt. Weil in jedem Laichgebiet oft mehrere Arten vorkamen, ergaben sich pro Art Stichprobengrößen von 25 bis 100 Laichgebieten. Insgesamt wurden 300 Amphibienlaichgebiete untersucht. Alle Laichgebiete wurden durch Spezialisten vier Mal besucht. Ziel war es, die (noch) vorkommenden Amphibienarten zu erfassen. Vier Besuche waren einerseits wegen der Phänologie der Arten notwendig, andererseits dienten die mehrfachen Besuche auch dazu, Nachweiswahrscheinlichkeiten der Arten abzuschätzen. Mit Hilfe der Schätzwerte der Nachweiswahrscheinlichkeit konnte ermittelt werden, wie viele Populationen übersehen wurden. Es zeigte sich, dass dank der vier Besuche praktisch keine Population unentdeckt blieb. Zur Berechnung des Kriteriums «Abnahme des Bestandes» wurde der bei den Feld-



Die Karte zeigt das Resultat der Feldarbeit für die Aktualisierung der Roten Liste von 2005 für die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*). Grüne Punkte zeigen frühere Vorkommen, die bestätigt werden konnten, während graue Punkte Vorkommen zeigen, die nicht bestätigt wurden. Rote Punkte markieren neue Populationen. © karch und Swisstopo.

arbeiten festgestellte Bestandesrückgang verwendet. Wenn beispielsweise eine Art mit 100 Populationen in der Stichprobe vertreten war und noch 50 Populationen bestätigt wurden, so ergab dies eine Bestandesabnahme von 50%.

Eine allfällige Bestandeszunahme hätte ebenfalls festgestellt werden können. Neben den Laichgebieten, wo die Art von früher bekannt war, waren auch solche in der Stichprobe, in denen die Art früher nicht vorkam, inklusive einiger neu angelegter Gewässer. Ein Nachweis einer Art in Laichgebieten ohne frühere Vorkommen würde eine Bestandeszunahme anzeigen. Solche neuen Populationen wurden allerdings verhältnismässig wenige entdeckt und dies meist nur für häufige Arten wie Grasfrosch und Bergmolch.

Das «effektive Verbreitungsgebiet» wurde berechnet, indem zuerst die Anzahl aktueller Populationen berechnet wurde (Anzahl Populationen in der Datenbank  $\times$  Bestandesrückgang). Danach wurde für jede

Population die Fläche des bewohnten Lebensraums ermittelt. Für Froschlurche war dies ein Kreis mit einem Radius von einem Kilometer, bei Molchen ein halber Kilometer. Die Anzahl aktuelle Populationen  $\times$  der bewohnte Lebensraum ergab dann das «effektive Verbreitungsgebiet» der Art in der Schweiz.

Für die verlässliche Schätzung des Bestandsrückgangs, der Grösse des Verbreitungsgebiets sowie der Einstufung der Arten in die Rote Liste-Kategorien der IUCN war entscheidend, dass dank der Datenbank der karch ein gutes Vorwissen über die Verbreitung der Arten in der Schweiz vorhanden war, dass eine Zufallsstichprobe von Populationen im Feld untersucht werden konnte und dass die Daten mit modernen statistischen Verfahren analysiert wurden (vgl. auch Artikel S. 8f).

# Agrarumweltindikatoren

## Biodiversität im Kulturland messen

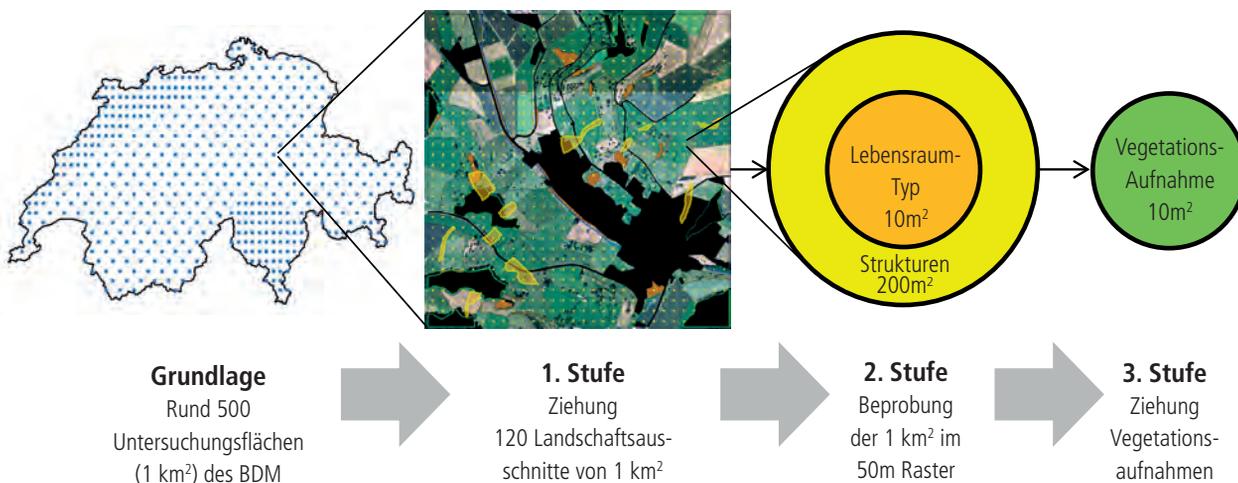
Gabriela Hofer, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich, gabriela.hofer@agroscope.admin.ch

Um die Entwicklung der Arten- und Lebensraumvielfalt in der Kulturlandschaft zu messen und die Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft aufzuzeigen, entwickelt die Forschungsanstalt Agroscope im Programm ALL-EMA Agrarumweltindikatoren für die Schweiz.

Wie entwickelt sich die Biodiversität in der Agrarlandschaft? Werden die Arten und Lebensräume erhalten, für welche die Landwirtschaft gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft eine besondere Verantwortung trägt? Leisten die vom Bund finanziell unterstützten ökologischen Ausgleichsflächen den gewünschten Beitrag? Zur Beantwortung dieser Fragen entwickelt Agroscope Reckenholz-Tänikon im Auftrag der Bundesämter für Landwirtschaft BLW und für Umwelt BAFU das Langzeit-Monitoringprogramm «Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles» (ALL-EMA). Es ist in das Konzept der Agrarumweltindikatoren des BLW integriert und wurde gezielt komplementär zu den nationalen Monitoringprogrammen des BAFU konzipiert. Ergänzend zu den anderen nationalen Monitoringprogrammen ist ALL-EMA auf die Erfassung der mittelhäufigen bis mittel-seltenen Lebensräume ausgelegt. Dies wird mit einem von Experten der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL und

der Universität Neuchâtel entwickelten Stichprobenverfahren erreicht. In Landschaftsausschnitten von einem Quadratkilometer werden die Lebensraumtypen der Agrarlandschaft auf einem 50-Meter-Raster im Feld erfasst (siehe Grafik). Dafür wird ein in Zusammenarbeit mit Hintermann & Weber AG und weiteren Experten entwickelter, vegetationsbasierter Schlüssel angewendet. Er erlaubt die reproduzierbare Ansprache der rund 90 Lebensraumtypen der Agrarlandschaft der Schweiz und wird auch für andere Projekte frei nutzbar sein. Anhand der gewonnenen Informationen zu den Lebensraumtypen werden rund 10 Prozent der Probestellen gezielt für die Durchführung von Vegetationsaufnahmen ausgewählt. Die erhobenen Daten ermöglichen differenzierte Aussagen zum Zustand und der Entwicklung einer Vielzahl von bisher kaum dokumentierten Lebensraumtypen und deren Arten und erlauben die Beurteilung der Qualität von ökologischen Ausgleichsflächen in der Agrarlandschaft. Im Sinne einer Einbettung in das nationale Monitoringsystem (siehe Grafik S. 21) nutzt ALL-EMA wichtige Synergien mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM: Die Erhebungen werden in einer Auswahl der 1 km<sup>2</sup>-Landschaftsausschnitte des BDM Z7-Indikators durchgeführt. So können Tagfalter- und Brutvogelraten des

BDM zur Berechnung faunistischer Indikatoren genutzt werden, obwohl ALL-EMA selbst ausschliesslich botanische Erhebungen macht. Das BDM seinerseits wird durch die Lebensraumdaten von ALL-EMA bessere Möglichkeiten zur Interpretation seiner Daten zu Pflanzen- und Tierarten erhalten. Die Vegetationsaufnahmen der Programme BDM, ALL-EMA und der Wirkungskontrolle der Biotope von nationaler Bedeutung (S. 18) können dank der einheitlichen Methodik verglichen werden. Nach zwei Jahren Methodenentwicklung ist ALL-EMA zurzeit in der Pilotphase; der Routinebetrieb startet 2015. Um die Erhebung in grösserem Umfang effizient und kontrollierbar durchführen zu können, werden derzeit Applikationen zur elektronischen Erfassung der Felddaten programmiert. Im Jahr 2014 wird der Routinebetrieb in einem grösseren Feldtest simuliert und so die Methodik überprüft. ALL-EMA wird 34 Indikatoren zur Vielfalt und Qualität von Arten, Lebensräumen und ökologischen Ausgleichsflächen vom Tal bis ins Sömmerungsgebiet liefern und so den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität der offenen Agrarlandschaft aufzeigen. Mit diesen Indikatoren können die einleitend genannten Fragen zur Zielerreichung der Agrar-Umweltmassnahmen und zum Zustand der landwirtschaftlichen Biodiversität beantwortet werden.



Das dreistufige Stichprobenkonzept von ALL-EMA.

# Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz

## Veränderungen sichtbar machen

Ariel Bergamini<sup>1</sup>, Christian Ginzler<sup>1</sup>, Benedikt R. Schmidt<sup>2</sup>, Meinrad Küchler<sup>1</sup>, Rolf Holderegger<sup>1</sup>; <sup>1</sup>Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf; ariel.bergamini@wsl.ch; <sup>2</sup>Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz karch, CH-2000 Neuchâtel

**Die Biotope von nationaler Bedeutung sind ein wichtiges Instrument für den Erhalt der biologischen Vielfalt in der Schweiz. Eine langfristig angelegte Wirkungskontrolle soll aufzeigen, wie sich die national bedeutenden Biotope verändern. Luftbildanalysen sowie Felderhebungen liefern dazu die Datengrundlage.**

Die Biotope von nationaler Bedeutung sind ein zentraler Pfeiler des Schweizerischen Schutzgebietssystems. Sie umfassen die Hoch- und Übergangsmoore, die Flachmoore, die Trockenwiesen und -weiden (TWW), die Auen und die Amphibienlaichgebiete (Abb. 1). Gemeinsam nehmen sie zwar nur zwei Prozent der Landesfläche ein, doch tragen sie wesentlich zum Erhalt vieler seltener und gefährdeter Lebensräume und Arten bei (Lachat et al. 2010).

Gesetzlicher Schutz bedeutet aber nicht zwingend auch den Erhalt der ökologischen Qualität oder des Naturschutzwertes. Die «Wirkungskontrolle Moorbiotop», die zwischen 1995 und 2007 durchgeführt wurde, wies nach, dass die Qualität der Moore trotz Schutz weiterhin abnimmt. So wurden die Moore in diesem Zeitraum trockener und nährstoffreicher und die Verbuschung nahm zu (Klaus 2007; Bergamini et al. 2009). Allerdings gibt es auch positive Entwicklungen in den Mooren. So wurden in zahlreichen Hochmooren Entwässerungsgräben geschlossen, um ausgetrocknete Torfkörper wieder zu vernässen (Staubli 2004). Auch in anderen Biotopen von nationaler Bedeutung wird viel in Renaturierungen investiert. Als Beispiel seien hier insbesondere die Auen genannt (Göggel 2012).

In diesem Spannungsfeld zwischen schleichenden Qualitätseinbußen auf der einen Seite und positiven Entwicklungen auf der anderen setzt das vom BAFU lancierte Projekt «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz» an. Primäres Ziel der Wirkungskontrolle ist festzustellen, ob sich die Biotope von nationaler Bedeutung gemäss den Schutzziele entwickeln und in ihrer Fläche und Qualität erhalten bleiben. Ebenfalls soll die Wirkungskontrolle für die Früherkennung eingesetzt werden. Negative Entwicklungen in den Inventarobjekten sollen also möglichst früh festgestellt werden, so dass die Behörden rechtzeitig informiert und entsprechende Massnahmen eingeleitet werden können. Da sich die Ansprüche an ein Monitoring ändern können, beispielsweise aufgrund neuer, gesellschaftlicher oder umweltpolitischer Rahmenbedingungen, müssen die erhobenen Daten hohe Flexibilität betreffend der Auswertungsmöglichkeiten aufweisen. Die Daten sollen zudem biotop- und projektübergreifend verwendbar sein. Dies wird durch methodische Harmonisierungen zwischen den verschiedenen Biotoptypen innerhalb der Wirkungskontrolle und zwischen der Wirkungskontrolle und dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM sowie dem Agrarmonitoring ALL-EMA (siehe S. 17) erreicht (siehe Grafik S. 21). Die Pilotphase der Wirkungskontrolle startete im Frühjahr 2011 und dauert bis Ende 2014. 2015 soll das Projekt in die Routinephase gehen.

Die Wirkungskontrolle ist modular aufgebaut. Im Moment besteht sie aus den drei Modulen «Fernerkundung», «Vegetation» und «Amphibien». Der Einbezug weiterer Tiergruppen, beispielsweise der Tagfalter

oder Libellen, wird zur Zeit in einem vierten Modul getestet. Der Zyklus der Datenerhebung beträgt für alle Module sechs Jahre.

### Aussagekräftige Luftbilder

Im Modul «Fernerkundung» werden alle 6000 Objekte der vier Biotopinventare mittels Luftbildinterpretation untersucht. Als Grundlage dienen die von Swisstopo im Rhythmus von sechs Jahren schweizweit erstellten digitalen Luftbilder. Für die Interpretation der Objekte wird über jedes Objekt ein Raster mit 50×50 m Maschenweite gelegt und mit dem Objektperimeter verschnitten. In jedem Rasterquadrat werden von Luftbildinterpretierenden verschiedene Indikatoren wie die Deckung der Gehölze und des offenen Bodens oder das Vorhandensein von Gebäuden und Strassen erhoben. Durch den Vergleich von zwei Zeitschnitten kann aufgrund dieser Indikatoren beispielsweise auf Prozesse wie Verbuschung oder Erosion bzw. auf deren Ursache wie Nutzungsaufgabe geschlossen werden.

Die Luftbildinterpretation läuft seit Sommer 2012. In einer ersten Phase, die 2017 abgeschlossen sein wird, werden Veränderungen seit dem Zeitpunkt der Inventarisierungen der Nationalen Objekte untersucht. Dadurch werden schon bald Aussagen zu Veränderungen möglich sein. Danach werden Luftbilder derselben Objekte alle sechs Jahre verglichen. Da im Modul «Fernerkundung» alle Objekte flächendeckend beurteilt werden, können neben Aussagen zu Trends auf nationaler oder regionaler Ebene auch Aussagen für einzelne Objekte gemacht werden. Es ist so möglich, Objekte, die sich negativ verän-



Abb. 1: Biotope von nationaler Bedeutung: Trockenwiese im Wallis, alpine Aue im Berner Oberland, Hochmoor mit Bergföhren in der Innerschweiz, Amphibienlaichgebiet im Reusstal  
Fotos: Ariel Bergamini

dern, frühzeitig zu erkennen. Mithilfe dieser Früherkennung können die Kantone Prioritäten setzen und in solchen Objekten rasch Massnahmen ergreifen.

### Umfangreiche Felddaufnahmen

Vegetationserhebungen im Feld werden in TWW, Mooren und Auen durchgeführt. Dazu wurde aus jedem der entsprechenden Inventare eine gewichtete Zufallsstichprobe so gezogen, dass die biogeografischen Regionen, die Vegetationstypen, die verschiedenen Grössen der Objekte und die verschiedenen Höhenlagen repräsentativ vertreten sind (Tillé und Ecker, im Druck). Bei den TWW wurden 400 Objekte ausgewählt, bei den Mooren 250 und bei den Auen 120. In diesen Objekten werden – je nach ihrer Grösse sowie der Vielfalt und Seltenheit der vorkommenden Vegetationstypen – auf 5 bis 40 zufällig gewählten Probeflächen sämtliche Arten erfasst (in den Mooren inklusiv der Moose) und ihr Deckungsgrad grob abgeschätzt. Die Probeflächen sind 10 m<sup>2</sup> gross (Kreis mit Radius 1,78 m). In den Auen werden zusätzlich Sträucher und Bäume in einem 200 m<sup>2</sup> grossen Kreis erhoben (Radius 7,98 m). Das Zentrum der Vegetationsaufnahmen wird im Feld mittels GPS angelaufen und mit einer Magnetsonde als Dauerbeobachtungsfläche versichert. Über alle drei Inventare zusammen werden insgesamt 6100 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Zusätzlich wird in den TWW ein Teil jener Aufnahmen wiederholt, welche bereits bei der Inventarisierung erhoben wurden (Eggenberg et al. 2001); in den Mooren wird ein Teil der Flächen aus dem Projekt «Wirkungskontrolle Moorbiotopschutz» wieder aufgenommen.

Die auf den Probeflächen erhobenen Daten lassen eine Vielzahl an Auswertungen zu. Beispielsweise kann aufgrund von Zeigerwertanalysen oder von Veränderungen ökologischer Gruppen (z.B. Wärmezeiger oder Neophyten) auf Veränderungen der Biotope geschlossen werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Erfassung nationaler und regionaler Trends.

Die Wirkungskontrolle in den Amphibienlaichgebieten baut auf den Erhebun-

gen zur Roten Liste der Amphibien auf (Schmidt und Zumbach 2005; siehe S. 16). Insgesamt werden die Feld-Erhebungen in 238 nationalen Objekten durchgeführt (198 ortsfeste Objekte, 40 Wanderobjekte, d.h. Kiesgruben), wovon 124 bereits für die Rote Liste erhoben wurden. Bei der Auswahl der Objekte wurde darauf geachtet, dass nicht nur artenreiche oder durch Vorkommen besonders gefährdeter Arten ausgezeichnete Tieflandobjekte in der Stichprobe enthalten sind, sondern auch hochgelegene Standorte. Diese weisen zur Zeit zwar kaum besondere Arten auf, doch kann sich dies mit dem Klimawandel langfristig ändern.

### Wirkungskontrolle und BDM ergänzen sich

In der Strategie Biodiversität Schweiz (BAFU 2012) kommt der Überwachung der Biodiversität in der Schweiz eine bedeutende Rolle zu: Sie wird explizit als strategisches Ziel aufgeführt. Mit dem BDM ist bereits ein wichtiges Werkzeug für die Überwachung von Veränderungen der

Biodiversität in der Schweiz vorhanden (Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2009). Die Biotope von nationaler Bedeutung werden allerdings vom BDM nur zufällig abgedeckt; weil ihr Anteil an der Landesfläche zu klein ist, fallen sie durch die Maschen des BDM-Rasters. Die Wirkungskontrolle ergänzt deshalb die Erhebungen des BDM (Abb. 2).

Die Wirkungskontrolle ist als langfristiges Monitoringprojekt angelegt. Dank der retrospektiven Luftbildanalyse und durch den Einbezug bereits vorhandener Daten sind erste Resultate bereits in wenigen Jahren zu erwarten. Richtig spannend wird es aber erst, wenn die Wirkungskontrolle langsam ins Alter kommt, wenn also Daten aus wenigstens zwei Erhebungszyklen vorliegen. Das wird ab etwa 2023 der Fall sein.

### Weitere Informationen

[www.wsl.ch/biotopschutz](http://www.wsl.ch/biotopschutz)

### Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

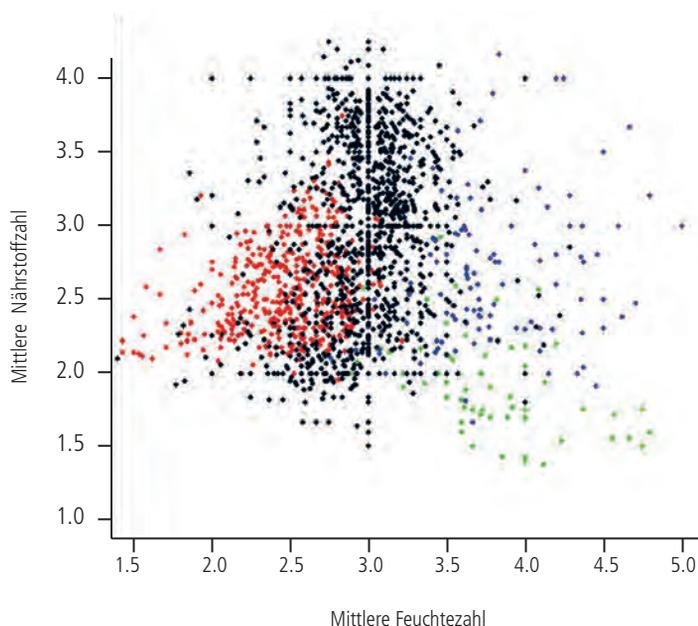


Abb. 2: Darstellung der Probeflächen des BDM und der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz bezüglich Nährstoff- und Feuchtezahl. Jeder Punkt stellt eine Probefläche dar. Schwarze Punkte: BDM Z9-Probeflächen der zweiten Erhebung (2006–2010). Farbige Punkte: Probeflächen der Wirkungskontrolle Biotopschutz 2011 und 2012; TWW (rot), Flachmoore (blau) und Hochmoore (grün). Die Probeflächen der Wirkungskontrolle ergänzen das BDM im trockenen, nährstoffarmen und feuchten Bereich.

## Interview

# «Die Qualität der Daten ist absolut zentral»

Ein Interview mit Sarah Pearson, Chefin der Sektion Arten, Lebensräume, Vernetzung beim BAFU und Leiterin der Strategie Biodiversität Schweiz SBS, und Jean-Michel Gardaz, Stabchef der Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften und Leiter des SBS-Handlungsfelds «Biodiversität überwachen»

**HOTSPOT:** Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM trat 2001 mit dem Anspruch an, «die biologische Vielfalt der Schweiz zu beschreiben». Welche Bilanz kann aus 12 Jahren BDM gezogen werden?

**Jean-Michel Gardaz:** Mit dem BDM hat die Schweiz Neuland betreten. Es wurde mit den beiden Messnetzen eine Erhebungsmethode entwickelt, die im Bereich Artenvielfalt reproduzierbare, zuverlässige und für die Schweiz repräsentative Daten liefert. Die Daten sind bei der Forschung sehr begehrt. Wir bekommen jedes Jahr etliche Anfragen von Universitäten aus der Schweiz, aber auch aus dem Ausland. Mitarbeiter der Koordinationsstelle des BDM beraten immer wieder Länder beim Aufbau eines Monitoringsystems, beispielsweise Deutschland, Frankreich und Südafrika. Ein grosser Erfolg des BDM ist auch, dass das Thema Biodiversität in regelmäßigen Abständen durch die Berichterstattung von der Bevölkerung und der Politik zur Kenntnis genommen wurde.

**Was sagen uns die Daten des BDM zum aktuellen Zustand der Biodiversität?**

**Gardaz:** Veränderungen bei den häufigen und verbreiteten Arten können mit einer hohen statistischen Wahrscheinlichkeit erfasst werden. Bei Gefässpflanzen wurde beispielsweise in den Stichprobenflächen insgesamt eine leichte Zunahme der Artenzahlen beobachtet. Es gab schon die ersten Jubelrufe. Doch die detaillierten Analysen haben gezeigt, dass dies kein positives Signal ist: Weil sich vor allem häufige und triviale Arten wie der Löwenzahn ausbreiten, dokumentiert das BDM hier eine schleichende Vereinheitlichung der Lebensgemeinschaften in der Schweiz – und damit einen Rückgang an biologischer Vielfalt. Mit der Einführung des zusätzlichen Indikators Z12 «Vielfalt von Artengemeinschaften», der die sinkende Unterschiedlichkeit von Wiesen nachweisen kann, konnten die Daten richtig interpretiert werden.

**Das BAFU diskutiert im Rahmen des Aktionsplans zur Strategie Biodiversität**



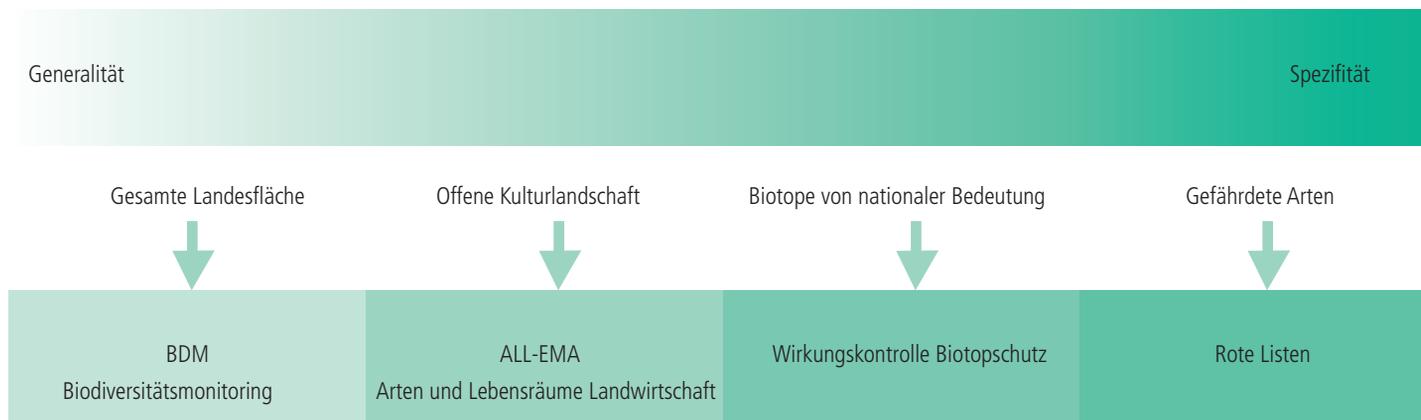
Sarah Pearson und Jean-Michel Gardaz. Foto Gregor Klaus

**Schweiz SBS die Errichtung eines «integralen Überwachungssystems der Biodiversität». Das BDM erfüllt offenbar diesen Anspruch nicht?**

**Sarah Pearson:** Das BDM wurde Ende der 1990er Jahre konzipiert. Seither hat sich viel verändert. Es sind neue Fragestellungen aufgetaucht und neue Messnetze wie ALL-EMA und die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz ins Leben gerufen worden (siehe Grafik), die direkt Daten zur

Biodiversität liefern können – und von denen übrigens viele auf die methodischen Ansätze und Überlegungen des BDM zurückgegriffen haben. Gleichzeitig ist der Druck, die Berichterstattung auf internationaler, nationaler und kantonaler Ebene auf Indikatoren zu stützen, markant gestiegen. Die Indikatorenliste des BDM muss daher vollständig überarbeitet und ergänzt werden.

**Gardaz:** Ziel ist es, die verschiedenen Da-



Einordnung wichtiger Monitoringprogramme des Bundes (z.T. im Aufbau, siehe Artikel). Von links nach rechts werden die Programme immer spezifischer. Während das BDM häufige und verbreitete Arten beobachtet, konzentrieren sich die Roten Listen auf gefährdete Arten. Quelle BAFU

tenerhebungen methodisch aufeinander abzustimmen und die Datensätze zu verlinken, um ein optimales Indikatorenset zu erhalten. Die Stärke der Schweiz im Bereich Monitoring ist das Netzwerk unterschiedlicher und hervorragender Messsysteme! Das integrale Überwachungssystem der Biodiversität wird ein kohärentes System sein, das jederzeit durch neue Module ergänzt werden kann. Es ist noch zu prüfen, wie das BDM als Teil dieses zukünftigen Systems weiterentwickelt werden muss. Die Vorarbeiten sind in vollem Gang, der eigentliche Umbau wird im Rahmen der Umsetzung des Aktionsplans erfolgen – vorausgesetzt der Bundesrat stimmt dem Aktionsplan zu.

#### Wer wird dieses Überwachungssystem koordinieren?

**Gardaz:** Das BAFU wird die Fäden in der Hand halten. Natürlich wird es für jedes Messnetz weiterhin eigene Koordinationsstellen geben, welche die Feldarbeiten betreuen, die Daten auswerten und analysieren. Diese Stellen sind bei den jeweiligen Instituten und Datenzentren angesiedelt.

**In der Vergangenheit hat das BDM vor allem positive Botschaften verbreitet, beispielsweise «Artenvielfalt verblüffend gross» oder «Ein gutes Flugjahr für Schmetterlinge», während die Roten Listen den Niedergang der Vielfalt aufzeigten. In der Öffentlichkeit stiftete dies**

#### Verwirrung. Wird es in Zukunft auch Verbesserungen bei der Kommunikation zum Zustand der Biodiversität geben?

**Pearson:** Das BAFU ist zuständig für die Kommunikation, zumindest für jene Datensätze, die von uns finanziert werden. Das Überwachungssystem wird ein Gesamtbild vom Zustand der Biodiversität liefern, das mit einer Stimme und widerspruchsfrei Botschaften an Politik und Gesellschaft senden kann. Zentral bleibt die Qualität der biologischen Daten. Und die ist in der Schweiz sehr gut – da beneiden uns andere Länder. Die Analyse der Daten und die Interpretation der Trends hingegen verändern sich; sie sind ein Abbild der gesellschaftlichen und politischen Entwicklung. Uns ist es deshalb wichtig, dass die Rohdaten aufgenommen werden und die Datenanalysen unabhängig von der Interpretation stattfinden.

#### Das BAFU baut das neue Überwachungssystem auf bestehenden Messnetzen auf. Gibt es denn Lücken, die geschlossen werden müssen?

**Gardaz:** Das ist alles eine Frage der Finanzen. Natürlich gibt es Lücken, und wir werden mit den bestehenden Messnetzen nicht auf alle Fragen eine Antwort geben können. Dafür ist Biodiversität ein viel zu komplexes Phänomen.

#### Und wo sind die Lücken?

**Pearson:** Wir haben kaum Daten zum Zu-

stand der Lebensräume, die in der Schweiz vorkommen. Es gibt keine nationale Übersicht darüber, was noch da ist und in welcher Qualität. Praktisch inexistent sind zudem Daten zur genetischen Vielfalt wildlebender Organismen. Weiter haben wir keine Ahnung, wo die evolutiven Hotspots liegen, also die Gebiete, die für die Evolution und damit für die Anpassungsfähigkeit der Arten wichtig sind. Viel zu wenig wissen wir auch zur Verbreitung von Arten. Es stellt sich daher stets die Frage, ob wir das messen, was für die zukünftige Entwicklung der Biodiversität auch tatsächlich relevant ist.

#### Die Roten Listen machen aber doch Aussagen zur effektiv besiedelten Fläche, zur Grösse von Populationen und zu Bestandsveränderungen.

**Pearson:** Aber nur, wenn sie nach den Kriterien der IUCN erstellt wurden. Noch sind nicht alle Roten Listen auf diesem Stand. Für viele wichtige Organismengruppen gibt es zudem noch überhaupt keine Gefährdungsbeurteilung.

#### Aber immerhin für ein Viertel aller in der Schweiz bekannten Arten!

**Pearson:** Wir haben die IUCN damit beauftragt, das Rote-Listen-Programm des Bundes zu evaluieren. Ziel war es herauszufinden, inwieweit wir die «richtigen» Roten Listen haben. Letztendlich ist ja jede vorhandene Rote Liste Ausdruck des grossen

Engagements von Artenspezialisten. Hat es keine Artenspezialisten für eine Organismengruppe, gibt es auch keine Rote Liste.

**Und was kam bei dieser Evaluation heraus?**

**Pearson:** Die Schweiz sollte noch andere Artengruppen einbeziehen, beispielsweise die Bodenorganismen. Weil aber nicht von allen Arten der Gefährdungszustand beurteilt werden kann, wurde vorgeschlagen, dass man nicht viele Rote Listen anfertigt, sondern eine Rote Liste zu einer Auswahl von Arten aus allen Organismengruppen. Aber das sind vorerst nur Gedankenspiele.

**Wird es einen dritten Bericht zu den Resultaten des BDM geben?**

**Gardaz:** Nein. Der nächste Zustandsbericht zur Biodiversität wird alle verfügbaren Daten einbeziehen und synthetisieren. Der Gesamtumweltbericht, der 2015 erscheint, wird übrigens gar keine BAFU-Publikation mehr sein, sondern ein Bundesratsbericht. Dieser wird eine Ämterkonsultation durchlaufen müssen. Wir sind daher selbst gespannt, wie Inhalt und Tonalität sein werden.

**Kann der nächste Zustandsbericht auch für die internationale Berichterstattung verwendet werden?**

**Pearson:** Selbst in Zusammenhang mit der Biodiversitätskonvention wird nicht erwartet, dass die einzelnen Länder einen umfangreichen Bericht abgeben. Die meisten Länder haben ja auch gar keine Datensätze zur Hand. Die Biodiversitätskonvention diskutiert deshalb zurzeit darüber, Indikatoren zu entwickeln, zu denen alle Länder entsprechende Daten liefern können. Dies ist wichtig, um die Bemühungen der einzelnen Länder seriös vergleichen zu können.

**Gardaz:** Die «Europäische Umweltagentur» der EU hat bereits eine Liste von Indikatoren, die aber nur den kleinsten gemeinsamen Nenner aller Mitgliedstaaten widerspiegelt und deshalb nicht sonderlich aussagekräftig ist. Wir versuchen dennoch, Daten zu diesen Indikatoren zu liefern, damit die Schweiz nicht immer als

grauer Fleck auf der Europakarte erscheint.

**Wird die Schweiz mit dem angekündigten «integralen Überwachungssystem» wie mit dem BDM Neuland betreten?**

**Pearson:** Leider nicht. In Bezug auf die Indikatoren sind wir nicht mehr Vorreiter. Norwegen hat beispielsweise bereits ein ausgeklügeltes Überwachungssystem mit Indikatoren. Die einzelnen Länder gehen insgesamt aber ganz unterschiedliche Wege bei der Überwachung der Biodiversität. Leider hat niemand wirklich den Überblick, was wo läuft.

**In England spielen Freiwillige eine herausragende Rolle bei der Datenerhebung. Auch in anderen Ländern spielen Citizen-Science-Projekte eine immer wichtigere Rolle. Wie beurteilt das BAFU diese Art der Datensammlung?**

**Pearson:** Durch den Einbezug der Bevölkerung wird die Datengrundlage zur Biodiversität immer besser. Dank Smartphones und verschiedenen Apps wird der Datenfluss immer schneller und einfacher. Das Problem ist aber die Qualität der Daten. Die mangelnde Artenkenntnis ist ebenfalls ein grosses Problem. Wenn die Datenzentren diese Daten verwenden, müssen Filter eingebaut werden, um die Fehlerrate in den Griff zu bekommen. Allerdings ersetzen die so gesammelten Daten in keinem Fall die systematischen Erhebungen von Monitoringsystemen.

**Gardaz:** Citizen-Science-Projekte sind ein wichtiger Beitrag zur Sensibilisierung der Bevölkerung für die Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Jeder hat die Gelegenheit, etwas zu melden, was ihm wichtig erscheint. Natürlich müssen die Menschen die Arten auch zur Kenntnis nehmen und richtig bestimmen. Zur Förderung der Artenkenntnis sind deshalb im Rahmen des Aktionsplans mehrere Massnahmen vorgesehen.

*Interview: Daniela Pauli und Gregor Klaus*

### **Aktionsplan auf gutem Weg**

Bei den Arbeiten zum Aktionsplan zur Strategie Biodiversität Schweiz stand die erste Hälfte des Jahres 2013 ganz im Zeichen einer breiten fachlichen Mitwirkung. Rund 650 Fachleute aus 250 Organisationen nahmen an den zwei Dutzend Workshops teil und diskutierten Vorschläge und Ideen, wie die Biodiversität in der Schweiz langfristig gesichert und gefördert werden kann.

Der technische Teil der Mitwirkung wurde Ende Juni abgeschlossen. Das Resultat aus diesem Prozess kann sich sehen lassen: In den Workshops entstanden 320 Vorschläge. Daraus formulierten die Handlungsfeld-LeiterInnen einen Katalog von rund 180 Massnahmen, welche die Erreichung der zehn strategischen Ziele sicherstellen sollen.

Die vorliegenden Massnahmen unterscheiden sich teilweise stark hinsichtlich Reifegrad, Konkretisierungsgrad und Abstimmung mit anderen Massnahmen aus anderen Handlungsfeldern. Zurzeit werden die Massnahmen deshalb beurteilt und für den Aktionsplan überarbeitet. Im Frühling 2014 soll der Aktionsplan dem Bundesrat vorgelegt werden. Dieser wird dann über das weitere Vorgehen entscheiden.

### **Weitere Informationen**

[www.bafu.admin.ch/ap-biodiversitaet](http://www.bafu.admin.ch/ap-biodiversitaet)

Newsletter des BAFU zum Aktionsplan  
[www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Biodiversität > Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz > Newsletter

# Citizen Science

## Wissenschaft oder Aufklärungsarbeit?

Anne-Laure Gourmand und Lisa Garnier, Muséum national d'Histoire naturelle, F-75005 Paris, gourmand@mnhn.fr

**Citizen Science ist eine Form der Wissenschaft, bei der sich nicht nur Forschende, sondern auch Bürgerinnen und Bürger beteiligen. In vielen Fällen können die erhobenen Daten zu Forschungszwecken verwendet werden. Manchmal steht aber auch die Sensibilisierung der Bevölkerung – zum Beispiel für Umweltanliegen – im Vordergrund.**

In Zeiten des Klima- und Landschaftswandels über Biodiversität zu forschen, erfordert enorme Datenmengen zum Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten. Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist es kaum möglich, die Arten auf der ganzen Landesfläche zu erfassen. Ausserdem sind gewisse Orte (z.B. private Gärten) oft gar nicht zugänglich. Citizen Science, zu deutsch «Bürgerwissenschaft», die sich auf die Mitwirkung der Bevölkerung bei der Durchführung solcher Studien abstützt, scheint sich als ideale Lösung anzubieten, um ein grösseres Gebiet abzudecken. Wie bei den Wetterstationen werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu Berichterstattern ihrer Naturbeobachtungen.

Allerdings muss sich eine wissenschaftlich betriebene Ökologie bei der Sammlung von Daten durch Bürgerinnen und Bürger an ein methodisches Vorgehen halten. Damit die Resultate der Beobachter verglichen und in mathematischen und statistischen Modellen verwendet werden können, muss man die Zielarten sorgfältig auswählen, ein Protokoll erstellen und Identifizierungsfehler einberechnen. Das französische Programm «Vigie-Nature», das vom Zentrum für Naturschutzbiologie des Naturhistorischen Museums Paris geleitet wird, führt seit 1989 solche wissenschaftlichen Beobachtungen durch. Animiert wird das Programm durch Naturschutzorganisationen.

Keine Beobachtung ohne wissenschaftlichen Kompromiss: Die Auswahl der Arten hängt von ihrer Funktion als Zeigerart ab, aber auch von ihrer Attraktivität für das Publikum. Das Protokoll der Datensammlung muss akribisch und einfach, aber gleichzeitig möglichst umfassend sein.



Eine Beobachterin fotografiert einen Bestäuber für das Programm «Suivi Photographique des Insectes POLLinateurs» ([www.spipoll.org](http://www.spipoll.org)). Foto SPIPOLL

Wichtig ist, dass die Beobachter an ihrer Arbeit Spass haben. Zudem gilt es zu bedenken, dass der Kreis der potenziell Teilnehmenden immer enger wird, je mehr naturkundliche Kompetenz erforderlich ist.

Die von nichtspezialisierten Personen gelieferten Daten können allerdings Identifizierungsfehler enthalten. 2009 verlangte die Studie «Schmetterlingsblumen» von den Teilnehmenden, dass sie Fotos von Schmetterlingen einschickten und die Tiere identifizierten. Im Durchschnitt waren 5% der Identifikationen falsch. Dies ist für eine wissenschaftliche Auswertung der Daten akzeptabel; ausserdem sinkt die Fehlerquote mit zunehmender Praxis und Ausbildung der Teilnehmenden rasch. Die festgestellte Fehlerquote ist dann kein Problem, wenn sie so tief und konstant bleibt und die Daten für räumliche oder zeitliche Vergleiche verwendet werden. Hingegen ist sie zu hoch, wenn man daraus präzise Verbreitungskarten erstellen will.

Die Teilnahme an einem partizipativen wissenschaftlichen Programm bleibt nicht ohne Folgen für die Beobachtenden selbst. Viele Teilnehmende starten mit wenig ausgeprägten naturkundlichen Kenntnis-

sen. Dann, mit aufkommendem Stolz auf ihre Arbeit, fangen sie an, den Arten, die sie täglich beobachten, mehr Aufmerksamkeit zu schenken. So geraten sie in eine Aufwärtsspirale: Je mehr sie beobachten, desto aufmerksamer werden sie, desto mehr lernen sie und desto häufiger sprechen sie mit ihren Angehörigen und Freunden darüber.

Um zu diesem Ergebnis zu gelangen, müssen die Beobachter überzeugt sein, dass das Projekt richtig und wichtig und dass sie oder er dafür unerlässlich ist. Aber sie müssen sich auch verbunden fühlen mit den anderen Beobachtern und den Forschenden. Eine solche Vernetzung entsteht insbesondere durch die Animation und die tägliche Arbeit mit den lokalen Naturschutzvereinen. Die grösste Schwierigkeit der Citizen Science liegt darin, die Beobachter über längere Zeit bei der Stange zu halten. Doch gerade dies ist entscheidend, denn bei der Erfassung der Biodiversität hängt die Aussagekraft entscheidend von der Länge des Beobachtungszeitraums ab.

**Weitere Informationen**  
[www.vigienature.mnhn.fr](http://www.vigienature.mnhn.fr)

# Mit Vielfalt punkten Bauern messen Biodiversität

Markus Jenny<sup>1</sup>, Sibylle Stöckli<sup>2</sup>, Simon Birrer<sup>1</sup>, Lukas Pfiffner<sup>2</sup>; <sup>1</sup>Schweizerische Vogelwarte, CH-6204 Sempach, markus.jenny@bluewin.ch, <sup>2</sup>Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, CH-5070 Frick

Da die Artenvielfalt auf einem Landwirtschaftsbetrieb nur mit viel Aufwand direkt messbar ist, wurde im Rahmen eines Projekts ein Bewertungssystem entwickelt, das verschiedene Lebensraumaspekte und Bewirtschaftungsverfahren spezifisch mit Punkten gewichtet. Damit kann die Leistung eines Betriebs zur Förderung und Erhaltung der Artenvielfalt indirekt gemessen werden.

Im Projekt «Mit Vielfalt punkten – Bauern beleben die Natur» der Schweizerischen Vogelwarte und des FiBL werden neue Instrumente entwickelt, die Landwirte zu einer Förderung der Biodiversität anregen sollen. Als erstes wurde ein Punktesystem entwickelt, welches die Leistungen der Landwirte zur Förderung der Biodiversität bewertet. Das Punktesystem basiert auf wissenschaftlichen Grundlagen und Erfahrungen aus der Praxis. Bewertet werden sowohl Menge, Qualität, Strukturvielfalt und Lage der Biodiversitätsförderflächen als auch verschiedene low-input und ressourcenschonende Produktionsformen wie beispielsweise der Verzicht auf Pestizide (Biolandbau, Extensioanbau), Untersaaten im Getreide, Streifenfrässaaten im Mais oder der Einsatz von Balken- statt Kreiselmähern (Jenny et al. 2013).

Ein reich bebildeter Leitfaden hilft Landwirten, die Formulare für das Punktesystem richtig auszufüllen (Jenny et al. 2011). Zudem erklärt er in einfachen Worten die biologische Bedeutung der einzelnen Massnahmen. Das System ist so aufgebaut, dass die Bewirtschaftenden nur ihre Daten eingeben müssen. Für jede der 32 Massnahmen wird dann automatisch ein Punktwert errechnet.

Die Gesamtleistung des Betriebs lässt sich am Total der erreichten Punkte abschätzen und erlaubt damit auch eine Selbstevaluation. Gleichzeitig werden mögliche Handlungsfelder für eine ökologische Optimierung des Betriebes aufgezeigt. So wurde beispielsweise für jede Massnahme gutachterlich ein Mindestzielwert definiert. Liegt der Betrieb deutlich unter diesem Zielwert, ist dies ein Hinweis auf möglichen Handlungsbedarf.



Lukas Pfiffner, Agrarökologe am FiBL, stellt Landwirten die Resultate aus dem Projekt «Mit Vielfalt punkten» vor. Foto Markus Jenny

Unsere Erfahrung zeigt, dass Landwirte durchaus offen sind für konkrete Aufwertungsmassnahmen und dabei die Naturschutz-Beratung eine Schlüsselrolle spielt (Chévilat et al. 2012). Voraussetzung aber ist, dass man sie vertraut machen kann mit den Bedürfnissen einzelner attraktiver Leitarten (Pflanzen und Tiere) ihres Betriebs. Als ergänzendes Hilfsmittel entwickelten wir deshalb ein Werkzeug zur Bestimmung potenziell vorkommender Leitarten. Der Landwirt gibt auch hier ein paar Betriebsdaten ein (Lage, vorhandene Lebensräume) und kann dann eine Liste von Leitarten generieren. Für 115 Leitarten wurden zudem einfach verständliche Art-Infokarten erstellt (Graf et al. 2010). Die ausgewählten Leitarten kommen in weiten Teilen der Schweiz vor und decken in ihrer Gesamtheit die aus Sicht des Naturschutzes wichtigen Lebensräume und Lebensraumelemente des Kulturlandes ab. Anhand der Karten kann sich jeder und jede selbstständig auf einfache Weise Informationen zur Biologie, zur Verbreitung und zu den Lebensraumansprüchen seiner «Betriebsleitarten» beschaffen.

Auf 133 Betrieben wurde überprüft, wie gut das Punktesystem die Vielfalt repräsentativer Organismengruppen (Vögel,

Tagfalter, Heuschrecken, Gefässpflanzen) auf Betriebsebene widerspiegelt. Für die Auswertung definierten wir insgesamt 19 Biodiversitätsindikatoren, zum Beispiel das Vorkommen von Brutvögeln der Roten Liste. Die Evaluation zeigte, dass eine Erhöhung der Punktezahl von 10 auf 20 beispielsweise erwarten lässt, dass die Anzahl an Pflanzenarten im Mittel um 30% zunimmt (siehe Grafik). Das Punktesystem kann die Leistung eines Landwirtschaftsbetriebs für die Biodiversität gut abbilden. Weitere detaillierte Auswertungen sind in Bearbeitung und werden dazu beitragen, die Bewertung der einzelnen Massnahmen noch zu optimieren. Erfreulich ist, dass Instrumente und Massnahmen zur Bewertung der Biodiversitätsleistung eines Betriebs im Prozess zum «Handlungsfeld Landwirtschaft» des Aktionsplans Biodiversität auf breite Akzeptanz stiessen und ihnen ein hohes Potenzial als ergänzende agrarpolitische Massnahmen beschieden wurde.

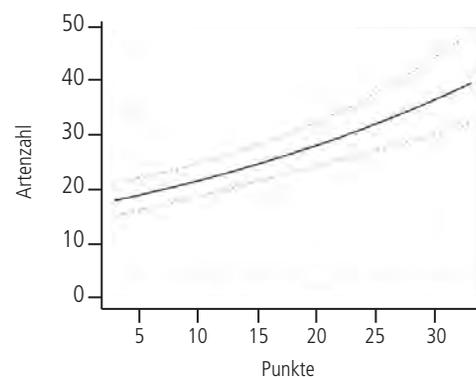
## Literatur

[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > Publikationen

## Weitere Informationen

[www.vogelwarte.ch/mvp.html](http://www.vogelwarte.ch/mvp.html)

[www.fibl.org](http://www.fibl.org) > Themen > Biodiversität > Mit Vielfalt punkten



Zusammenhang zwischen der Punktezahl und der Artenzahl am Beispiel der Pflanzen. Eine Erhöhung der Punktezahl von 10 auf 20 lässt erwarten, dass die Anzahl an Pflanzenarten im Mittel um 30% zunimmt. Quelle: FiBL und Vogelwarte Sempach

# Wir machen Wissen über Biodiversität zugänglich

Daniela Pauli, Forum Biodiversität Schweiz, CH-3007 Bern, daniela.pauli@scnat.ch

Die Biodiversität wird seit den 1990er Jahren immer intensiver beforscht (siehe Grafik). Allein im Jahr 2012 erschienen gemäss dem «Web of Science» 6826 wissenschaftliche Publikationen zum Thema. Doch während das Wissen kontinuierlich wächst, sinkt die Biodiversität weiter, weil die Erhaltung von Pflanzen- und Tierarten sowie von Ökosystemleistungen bei Interessensabwägungen bisher eine untergeordnete Rolle spielt oder weil das Wissen für Entscheidungsträger nicht zugänglich ist.

Das Forum Biodiversität der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, für die Schweiz relevante Erkenntnisse rund um die biologische Vielfalt aufzugreifen, thematisch zu bündeln und in geeigneter Form zugänglich zu machen. Hierfür haben wir verschiedene Instrumente entwickelt, darunter den HOTSPOT, den Informationsdienst Biodiversitätsforschung Schweiz (IBS) oder die Tagung SWIFCOB (siehe Kasten).

Nun ist ein neues Instrument für den Wissenstransfer hinzugekommen: die Faktenblätter zu aktuellen Themen. Darin machen wir Erkenntnisse aus der Wissenschaft in geraffter Form dem interessierten Publikum zugänglich. Die Faktenblätter richten sich an die Medien, an zuständige Fachleute in Verwaltung und Praxis sowie an Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Ein erstes Faktenblatt behandelt die Verbuschung des Alpenraums durch die Grünerle und ist im August 2013 erschienen. Es zeigt, wie rasant sich die Grünerle durch den Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzung im Berggebiet ausbreitet, was dies für Biodiversität, Böden, Gewässer und Klima bedeutet und wie die Grünerle eingedämmt werden kann (siehe Fotos). Das nächste Faktenblatt wird sich der Bedeutung der Bestäuber, ihrem Rückgang, den Auswirkungen dieses Rückgangs und

möglichen Massnahmen zur Förderung von Bestäubern widmen. Dabei kommen nicht nur die Honigbienen zur Sprache, sondern auch Wildbienen und andere blütenbestäubende Insektengruppen.

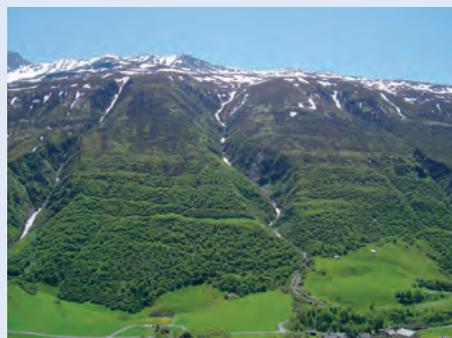
**Weitere Informationen**  
[www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > publications

**SWIFCOB 14:  
Biodiversität & Wirtschaft:  
Vielfalt zahlt sich aus  
17. Januar 2014, UniS, Bern**

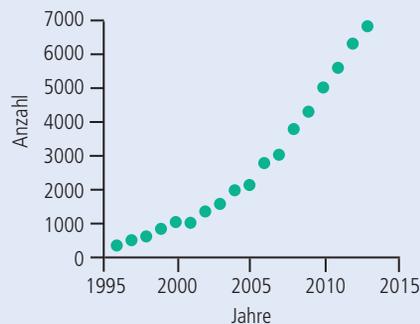
Zwischen Biodiversität und Wirtschaft bestehen zahlreiche Schnittstellen und Abhängigkeiten. So werden neben ökologischen zunehmend auch ökonomische Argumente zur Begründung für den Schutz der Biodiversität herangezogen. Und Biodiversitätsanliegen fliessen zunehmend in unternehmerische Tätigkeiten ein. Mit der Tagung «Biodiversität & Wirtschaft: Vielfalt zahlt sich aus» vom 17. Januar 2014 bietet das Forum Biodiversität Schweiz der SCNAT Gelegenheit, Wissen und Erfahrungen an der Schnittstelle zwischen Biodiversität und Wirtschaft auszutauschen. Auf dem Marktplatz im Foyer haben Sie Gelegenheit, geplante oder bereits umgesetzte Beispiele von Zusammenarbeiten zwischen Unternehmen, Wissenschaft und Natur- und Landschaftsschutz zu präsentieren und zu diskutieren.

Die Tagung richtet sich an Unternehmen und Verbände der Privatwirtschaft, an WissenschaftlerInnen sowie an Fachleute aus Behörden, Büros und NGOs. Sie wird unterstützt durch das BAFU und das BLW.

Das Programm und das Anmeldeformular zur Tagung finden Sie auf [www.biodiversity.ch](http://www.biodiversity.ch) > events > SWIFCOB. Anmeldefrist: Mitte Dezember



Oben: Die Grünerle breitet sich im Alpenraum rasant aus – mit negativen Auswirkungen auf die Biodiversität. Foto Erika Hiltbrunner  
Unten: Engadiner Schafe gehen der Grünerle an den Kragen bzw. an die Rinde. Foto Tobias Zehnder



Die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen zum Thema Biodiversität steigt stetig an. Quelle: Web of Science, topic = biodiversity



# Nationale Datenbank

## Daten speichern, verwalten und veröffentlichen

Agnès Bourqui und Christoph Köhler, Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen (SKEK), agnes.bourqui@cpc-skek.ch

**Die Arbeiten zur Erhaltung der pflanzen-genetischen Ressourcen in der Schweiz für die Ernährung und die Landwirtschaft hat eine Flut an Informationen geliefert. Die Daten müssen gespeichert, verwaltet und zugänglich gemacht werden, damit sie von den verschiedenen Organisationen und Projekten, die zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen beitragen, verwendet werden können. Die nationale Datenbank erfüllt diese Anforderungen. Sie bietet eine umfassende Übersicht über die Vielfalt der Kulturpflanzen in der Schweiz und ist auch für die Öffentlichkeit zugänglich.**

Die genetischen Ressourcen von Kulturpflanzen stellen eine natürliche Grundlage für die Ernährungssicherheit dar und sind ökologisch und kulturell bedeutsam. Eine grosse genetische Vielfalt erhöht die Reaktionsfähigkeit gegen Schädlinge und Krankheiten sowie gegen die Auswirkungen des Klimawandels. Die Erhaltung der genetischen Ressourcen stellt zudem eine unerlässliche Grundlage für Züchtungsprogramme dar, indem sie wünschenswerte Eigenschaften wie z.B. die Trockentoleranz verfügbar macht. Der Nutzen der genetischen Vielfalt ist auch auf unseren Tellern feststellbar, denn die Vielfalt an Formen und Geschmacksrichtungen sorgt für eine genussvolle Abwechslung in unserer Ernährung.

### Die Sortenvielfalt erhalten

Die Vielfalt der Arten ist in ständigem Wandel begriffen. In der Vergangenheit haben einige produktivere Pflanzensorten viele traditionelle Sorten verdrängt. Der im Juni 1996 von der Welternährungsorganisation FAO ins Leben gerufene Weltaktionsplan wurde in der Schweiz durch den Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung

und nachhaltigen Nutzung der pflanzen-genetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (NAP-PGREL) umgesetzt. Das Ziel des nationalen Aktionsplans ist die Erhaltung der Sortenvielfalt bei den Nutzpflanzenarten. Er ergänzt zudem die Zielsetzungen der Landwirtschaftspolitik im Bereich Biodiversität und Landwirtschaft.

### Positivlisten und Akzessionen

Der erste Schritt zur Erhaltung der pflanzen-genetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft ist die Inventarisierung der in der Schweiz vorkommenden Arten und Sorten. Diese Inventarisierungsphase wird zurzeit nicht mehr aktiv vorangetrieben; trotzdem kommt es nicht selten vor, dass eine neue Sorte entdeckt wird. Das noch nicht identifizierte pflanzen-genetische Material wird in einer Einführungssammlung erhalten. Nachdem es identifiziert und nach den PGREL-spezifischen Erhaltungskriterien analysiert wurde, kommen die für die Erhaltung ausgewählten Sorten auf so genannte Positivlisten. Diese Listen enthalten zudem Informationen über den Stand der Erhaltungsbemühungen oder die Zahl der bestehenden Akzessionen für eine bestimmte Sorte. Akzession ist der Begriff, der für eine Sorte mit Bezug zum Entnahmeort verwendet wird. So sind die Samenproben einer Getreidesorte, die in einer bestimmten Region, aber von unterschiedlichen Feldern, entnommen wurden, je eine eigene Akzession. Dieser Begriff ist wichtig, denn eine angebaute Sorte wird konkret als Akzession und nicht als Sorte bewahrt.

### Langfristige Erhaltung

Sobald die Positivlisten zusammengestellt sind, wird damit begonnen, die Sorten mit den entsprechenden Erhaltungsmethoden in Primär- und Duplikatsammlungen zu

sichern. Akzessionen können – je nach den Eigenschaften der Art oder der Sorte – in einer Genbank, in Feldsammlungen, *in vitro*, unter geschützten Bedingungen (Tunnel, Gewächshaus) oder *in situ* aufbewahrt werden. Bei Kartoffeln werden zum Beispiel Klone *in vitro* und unter geschützten Bedingungen erhalten, bei Obstbäumen hingegen im Feld. Arten, die sich durch Samen vermehren (Getreide, Gemüse oder gewisse Heilpflanzen) werden in Form von Samen in einer Samenbank aufbewahrt. Diese Erhaltungsmethode bei tiefer Temperatur (-20 °C) und tiefer Luftfeuchtigkeit (7,5 bis 5%) erlaubt eine lange Aufbewahrungsdauer (20 bis 50 Jahre). Im Fall von Wildpflanzen, die mit Kulturpflanzen verwandt sind («Crop Wild Relatives» CWR), müssen Erhaltungsmethoden für die Ökotypen in ihrem natürlichen Milieu (*in situ*) gefunden werden. Diese Erhaltungsmethode macht es möglich, dass die erhaltenen Ökotypen sich gleichzeitig an die wandelnden Umweltbedingungen des Lebensraums anpassen können. Unter den CWR haben zum Beispiel die Verwandten der Futterpflanzen einen besonders hohen Wert für die Schweiz. Die Sicherung der Qualität des genetischen Materials ist ebenfalls ein Kriterium im Rahmen der Erhaltungsmassnahmen.

### Wann ist der Schutz einer Sorte garantiert?

Die Anzahl Pflanzen oder Samen, die eine Akzession enthalten muss, und die Mindestanzahl Akzessionen pro Sorte, sind unerlässliche Angaben, damit die Erhaltung der Sorte langfristig garantiert ist. Es gibt Standardmengen für jede Gruppe von Kulturen, die je nach den Eigenschaften der Art festgelegt wurden (Tab. 1). Diese Werte ermöglichen es auch, die zu erhaltende Quantität des Materials zu ermitteln. Wenn man Tabelle 1 betrachtet, stellt man

Tab. 1: Standardmengen, welche die Erhaltung langfristig sichern

Kultur	Anzahl Akzessionen pro Sorte*	Anzahl Pflanzen pro Akzession
Weinreben	mind. 5	1
Him-/Brom-/Erdbeeren	1	3 bis 10 Pflanzen, je nach Art
Rote/Schwarze Johannisbeeren	3	1
Kartoffeln	1	Knollen (10–100)
Gemüse	1	Samen, Menge je nach Art
Obstbäume	mind. 2	1
Getreide	1	Samen, Menge je nach Art
Mais	1	3000 Körner
Aroma- und Heilpflanzen	1	Samen, Menge je nach Art
Futterleguminosen	1	Samen, Menge je nach Art
Futtergräser	1	Samen, Menge je nach Art

\* gleich viel in einer Primär- und Duplikatsammlung

Tab. 2: Anzahl Arten und Sorten auf Positivlisten

Kultur	Arten	Sorten	Akzessionen
Weinreben	4	141	3 767
Beeren	6	205	1 154
Kartoffeln	1	38	118
Gemüse	12	482	506
Obstbäume	13	3 063	10 937
Getreide	4	1 498	2 482
Mais	1	311	364
Aroma- und Heilpflanzen	25	94	37
Futterleguminosen	2	119	119
Futtergräser	7	195	195
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>6 146</b>	<b>19 679</b>

fest, dass die Zahl der zu erhaltenden Akzessionen bei vegetativer Erhaltung (Klone) höher ist als bei der generativen Erhaltung (Samen). Damit zum Beispiel die vegetative Erhaltung einer Weinreben-Sorte garantiert ist, muss die Primärsammlung sowie die Duplikatsammlung mindestens fünf identische Akzessionen enthalten. Diese Zahlen werden in Funktion der Häufigkeit der Sorte in der Schweiz jeweils noch angepasst; für seltene Sorten wird die Standardmenge der Akzessionen erhöht.

#### Nationale Datenbank

Die Erhaltung von pflanzen genetischen Ressourcen, von Sorten und Akzessionen, erzeugt eine grosse Menge quantitativer und qualitativer Daten, so dass ein Werkzeug nötig ist, um sie verwalten zu können. In der Nationalen Datenbank Schweiz (NDB) werden die Daten über die Akzessionen, die von Erhaltungsorganisationen gesammelt werden, zentral gespeichert, verwaltet und veröffentlicht. Die 2002 gegründete, finanziell durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) unterstützte und von der SKEK geführte Datenbank richtet sich an ein breites Publikum, wird aber vor allem von Experten aus der Schweiz und

dem Ausland konsultiert. Die Organisationen, die das Projekt NAP-PGREL umsetzen, beliefern die NDB, indem sie darin ihre Daten ablegen oder die bestehenden Daten einmal jährlich aktualisieren. Das Prinzip ist einfach: Jede Sorte wird durch einen Steckbrief identifiziert, der die agronomischen, morphologischen und phänologischen Eigenschaften enthält.

Die Datenbank kann auch nach unterschiedlichen Suchkriterien abgefragt werden, z.B. nach der Zahl der Akzessionen einer bestimmten Sorte, dem geografischen Entnahmeort der Akzession, der Krankheitsresistenz einer Sorte oder nach den molekulargenetischen Resultaten. Gegenwärtig können rund 40 000 in der Schweiz gesammelte Akzessionen abgefragt werden. Tabelle 2 listet die in der NDB verfügbaren Daten auf und bietet einen Überblick auf die Zahl der Arten und Sorten der Positivlisten. Zu den 6146 Sorten, deren Erhaltung garantiert ist, gehören zum Beispiel 38 Kartoffelsorten, die alle zur gleichen Art gehören.

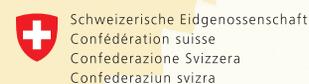
Neben einer im Allgemeinen hohen Zahl von Sorten pro Gruppe stellt man bei den meisten Kulturen fest, dass eine genügende Anzahl Akzessionen erhalten ist. Man

kann generell behaupten, dass der Fortbestand der entsprechenden Sorten gesichert ist. Bei den Heil- und Aromapflanzen ist dies nicht der Fall: Hier hat man eine ungenügende Anzahl von Akzessionen festgestellt. Dies erklärt sich durch die Tatsache, dass sich die Projekte in Bezug auf Heil- und Aromapflanzen gegenwärtig in der Phase der Erfassung und Identifikation befinden. Die Daten sind erst in Erarbeitung und in der Nationalen Datenbank noch nicht verfügbar. Vorsicht ist deshalb angebracht bei der Interpretation der Resultate; man darf nicht vergessen, dass die auf der Plattform verfügbaren Daten in ständiger Entwicklung sind.

#### Weitere Informationen

[www.bdn.ch](http://www.bdn.ch) und [www.cpc-skek.ch](http://www.cpc-skek.ch)

Unterstützt durch:

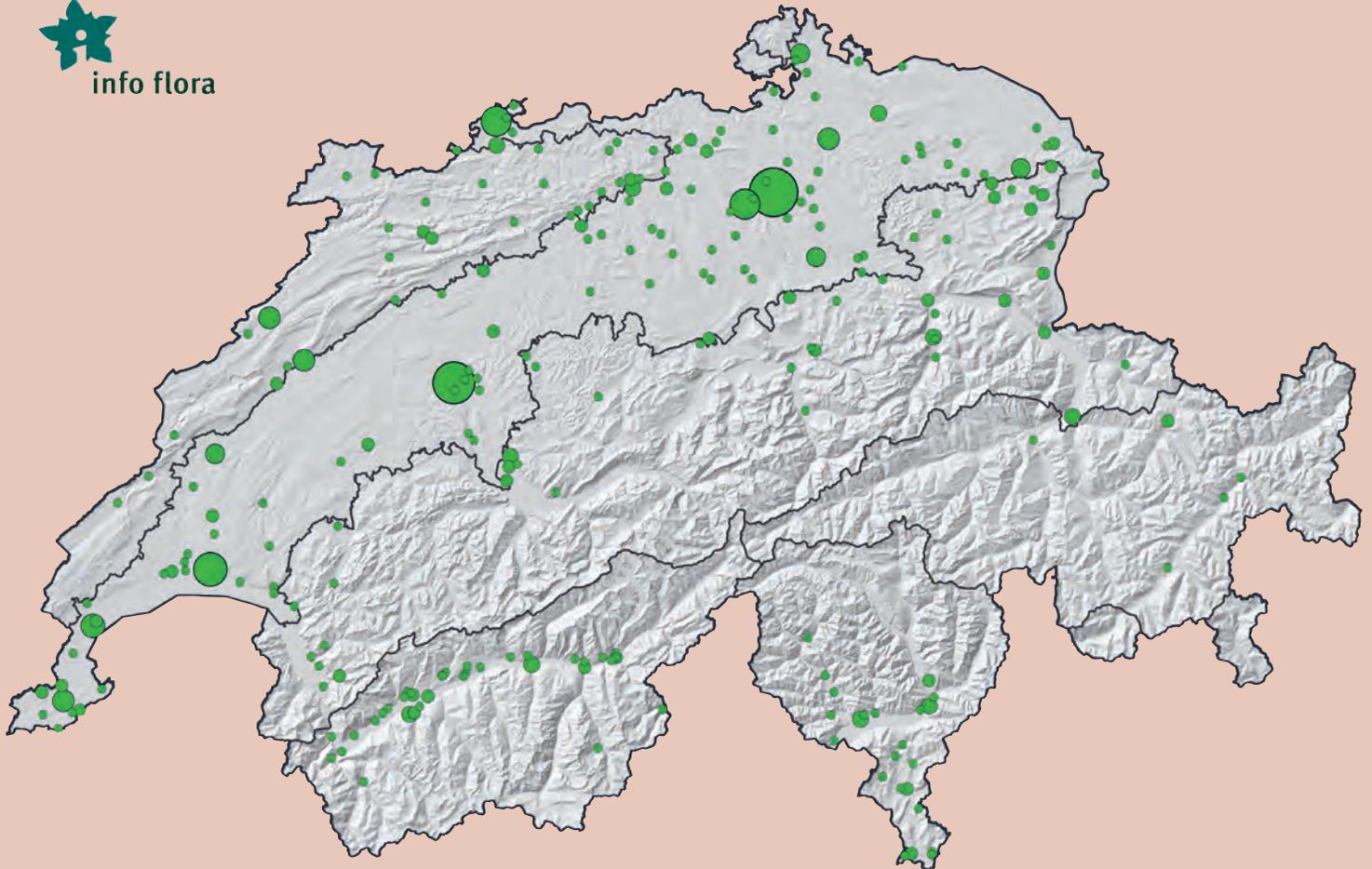


Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

# Die Verbreitung der Florawächter

Stefan Eggenberg und Philippe Juillerat,  
Info Flora, c/o Conservatoire et Jardin botaniques, CH-1292 Chambésy,  
stefan.eggenberg@infoflora.ch

© Karte: Info Flora, BAFU and swisstopo



## Wohnorte der ehrenamtlichen Feldbotaniker in den biogeografischen Regionen der Schweiz

Info Flora erneuert im Auftrag des BAFU die Rote Liste der gefährdeten Gefässpflanzen. Dazu besuchen über 300 ehrenamtliche Mitarbeiter (sogenannte Florawächter) 8000 früher bekannte und quer über die ganze Schweiz verteilte Fundorte von 1000 Pflanzenarten um festzustellen, in welchem Zustand sich die einzelnen Populationen befinden.

Die Kreise in der Karte kennzeichnen allerdings keine Fundorte von Pflanzenarten, sondern die Wohnorte der Florawächter. Je grösser der Kreis, desto mehr Florawächter wohnen dort (kleinster Kreis = 1, grösster Kreis = 21 Florawächter). Die Verteilung ist äusserst heterogen: Die meisten interessierten Personen wohnen in den Städten wie Zürich, Bern, Basel, Lausanne, Genf und Neuchâtel bzw. im Mittelland und den Agglomerationen. Der Grossteil der zu kontrollierenden

Populationen und Arten lebt dagegen im Alpenraum und in ländlichen Gebieten. Für das Projekt bedeutet dies eine logistische Herausforderung! Die ersten Resultate aus dem Projekt sind bedenklich: Über ein Drittel der Fundorte, auf denen zwischen 1982 und 2002 bedrohte Arten nachgewiesen worden waren, ist heute verwaist. Je höher das Aussterberisiko einer Art in der Roten Liste 2002 eingeschätzt wurde, desto grösser sind die nun festgestellten Verluste.



Fotos: swisslichens, WSL (oben); Info Flora (unten)