

NOVEMBER | 2022

 **scnat**
akademie der naturwissenschaften

HOTSPOT SONDERHEFT

Die Zeitschrift des Forums Biodiversität Schweiz

20 Jahre Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM



WAS WO UND WIE
GEMESSEN WIRD

WER DAHINTER
STECKT

ANALYSEN
UND HIGHLIGHTS

IMPRESSUM

HOTSPOT

Die Zeitschrift
des Forums Biodiversität Schweiz

SONDERHEFT «20 Jahre Biodiversitäts-
monitoring Schweiz BDM»

Herausgeberin

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

Redaktion

Florian Altermatt, Tabea Kipfer, Gregor
Klaus, Daniela Pauli, Matthias Plattner,
Tobias Roth, Adrian Zangger

Autorinnen und Autoren des BDM-Artikel- blocks S. 7 bis 37:

Stefan Birrer, Christoph Bühler, Markus
Fluri, Nico Heer, Pascale Hutter, Tabea
Kipfer, Yasemin Kurtogullari, Lukas Kohli,
Nicolas Martinez, Matthias Plattner, Tobias
Roth, Thomas Stalling, Enrica Steiner,
Christian Stickelberger, Adrian Zangger

Autorinnen und Autoren der weiteren Texte: siehe jeweilige Artikel

Gestaltung/Satz: Esther Schreier, Basel

Infografiken Seiten 8-13: ikonaut

Druck: Print Media Works, Schopfheim im
Wiesental (D). Papier: Circle Volume 100 g/
m², 100 % Recycling

Auflage: 3600 Expl. Deutsch, 1000 Expl. Fran-
zösisch

Zitierung: Forum Biodiversität Schweiz
(Hrsg.) (2022): 20 Jahre Biodiversitätsmonito-
ring Schweiz BDM. Sonderheft zu HOTSPOT
46, 44 Seiten.

Dieses Sonderheft liegt der HOTSPOT-Aus-
gabe 46|2022 bei. Das Heft wurde vom
Bundesamt für Umwelt (BAFU) finanziell
unterstützt. Die Inhalte müssen nicht mit
der Meinung des BAFU übereinstimmen.

Das Sonderheft sowie sämtliche Ausgaben
von HOTSPOT stehen auf biodiversity.scnat.
ch/hotspot als PDF zur Verfügung.

© Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT,
Bern, November 2022

DOI: 10.5281/zenodo.7056956

Titelseite

Ein Tagfaltermarbeiter im Einsatz für die
Tagfalteraufnahmen im Rahmen des BDM.
Foto Beat Ernst, Basel

Editorial



Florian Altermatt



Tobias Roth

Seit Kindsbeinen streifen wir durch die Natur, fasziniert von allem was lebt und sich bewegt. Neben dem Fernglas ist das Notizbuch unser treuer Begleiter. Irgendwo in uns sitzt ein tiefes Bedürfnis, die flüchtigen Beobachtungen möglichst zu dokumentieren. Jede Beobachtung ist einzigartig. Mit dem Gekritzeln ins Notizbuch möchten wir sie für die Zukunft festhalten, denn die Summe vieler Beobachtungen ermöglicht allgemeine Aussagen. So war es visionär, als Ende der 1990er-Jahre – wir beide hatten eben erst unser Biologiestudium begonnen – das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) von verschiedenen Akteurinnen und Akteuren des Bundes, der Kantone und privater Büros entwickelt wurde. Das Dokumentieren von Naturbeobachtungen wurde standardisiert und zur nationalen Aufgabe.

Die seit gut 20 Jahren erhobenen Daten zeigen systematisch und repräsentativ, was wir sonst nur individuell und lokal sehen: Die Biodiversität verändert sich. Einst vertraute und verbreitete Arten verschwinden. Teilweise tauchen neue auf, oder ihre Verbreitung verändert sich grossräumig. Allmählich verändern sich ganze Artgemeinschaften. Nicht nur die Biodiversität ist einem grossen Wandel unterworfen, sondern auch die aktuell als relevant erachteten Umweltthemen. Wie Daten analysiert und interpretiert werden, ist auch ein Abbild der momentanen gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen. So sind die präsentierten Analysen und Resultate als Spotlights zu verstehen, die einen Teil dieser Trends abbilden.

Die BDM-Daten werden mittlerweile breit genutzt. Das Erfassen in Feld und Labor oder auch das Zusammenstellen der Daten geschieht hingegen im Hintergrund. Die Qualität der Daten kann nur dank den vielen Spezialistinnen und Spezialisten erreicht werden. Einige sind seit Beginn des BDM dabei! Höchste Zeit, den Menschen hinter den Daten ein Gesicht zu geben.

Das repräsentative Beobachtungsnetz des BDM und die standardisierten Erhebungen sind eine Grundvoraussetzung, dass die Schweiz verlässliche Daten zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität erhält. Ohne diese Daten zur biologischen Vielfalt gibt es kein Verständnis für die Zusammenhänge, keine Einordnung der Einflussfaktoren, keine Früherkennung neuer Probleme. Jedoch möchten wir die Biodiversität in der Schweiz nicht nur verstehen, die Daten müssen auch zu deren Erhalt beitragen. In einzelnen Fällen konnten Resultate des BDM politische Prozesse beeinflussen und so zum Schutz der Biodiversität beitragen. Ein Beispiel ist die Revision der Belastungsgrenzen für die Stickstoffdeposition. Solche Aktivitäten müssen aber verstärkt werden. Um dies zu erreichen, ist unter anderem der wissenschaftliche Kontext wichtig. Das Forum Biodiversität bietet dazu die nötige Plattform. Es fördert die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen Stakeholdern und Forschenden, die die BDM-Daten nutzen, und dient als Thinktank, wie ein Monitoring weiterentwickelt werden kann, das die Langfristigkeit und Aussagekraft der Daten als hohe Priorität sieht.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre und hoffen, dass Sie die eigenen persönlichen Biodiversitätsbeobachtungen zusammen mit Erkenntnissen aus dem BDM auch weiterhin in einen schweizweiten Kontext setzen können.

Florian Altermatt, Präsident Forum Biodiversität Schweiz
Tobias Roth, beim BDM zuständig für Spezialauswertungen

Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM

4 **Interview** | «Das BDM ist gerüstet für die Zukunft»

Die BDM-Teams

7 Projektkoordination

25 Gefässpflanzen und Moose

29 Tagfalter und Brutvögel

37 Schnecken und Gewässerorganismen

Infografiken zum BDM

8 Messnetz «Landschaft»

10 Messnetz «Land-Lebensräume»

12 Messnetz «Fließgewässer-Lebensräume»

14 Werdegang der BDM-Daten

Analysen und Highlights

16 Räumliche Muster der Artenvielfalt

18 Die Schweiz wird eintöniger

20 Ursachenanalyse im Wald

22 Unterschiedliche Trends im Berggebiet

24 Ambivalente Sicht auf die Siedlungsnatur

26 Der Klimawandel betrifft alle Organismengruppen

30 Gewässerorganismen und Gewässerzustand

32 Mehr Tagfalter auf Ökowiesen

34 Die Kombination verschiedener Datensätze

BDM-Daten in Wert setzen

38 Beitrag zum europäischen Tagfalterindex

38 WBS und BDM ergänzen sich ideal

39 Beitrag zur ökologischen Forschung in der Schweiz

39 Wichtige Grundlage für die Gewässerbeurteilung

40 Kalibrierung von räumlichen Modellen

40 Wertvolle Angaben zu häufigen/mittelhäufigen Arten

41 Synergien mit ALL-EMA

41 Ein BDM für das VBS

42 **Ausblick und Vision**

44 **Die Grafik zum BDM** | BDM-Daten für die Wissenschaft

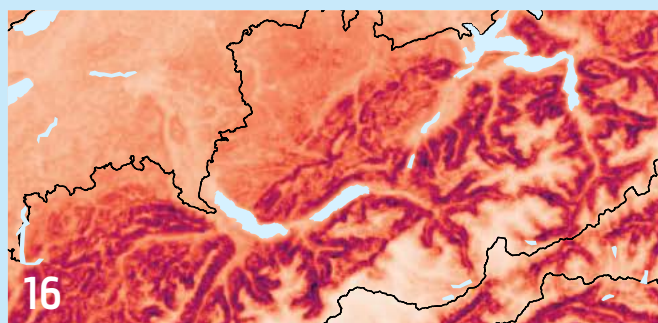
Literatur

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



8

ikonaut



16

BDM



24

Beat Ernst, Basel



29

Beat Ernst, Basel



34

Thomas Marent

INTERVIEW

«Das BDM ist gerüstet für neue Bedürfnisse und Fragen»

Das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM ist ein zentrales Programm des Bundes zur Überwachung der Artenvielfalt. Beim BAFU kümmern sich Jean-Michel Gardaz und Glenn Litsios (bis 2021) um das BDM. Die Felderhebungen und Datenaufbereitung werden von der Firma Hintermann & Weber AG als Generalunternehmer in Zusammenarbeit mit rund 100 Firmen und Artenkennenden durchgeführt. Adrian Zangger ist bereits seit dem Start der Konzeptphase 1996 in dieses Programm involviert. Im Gespräch ziehen die drei Monitoring-Experten Bilanz und werfen einen Blick in die Zukunft. INTERVIEW GREGOR KLAUS

HOTSPOT: Als das BDM vor 20 Jahren vom BAFU ins Leben gerufen wurde, waren die gesteckten Ziele hoch: Das BDM sollte Veränderungen der Biodiversität frühzeitig aufdecken und es dem BAFU ermöglichen, Warnungen herauszugeben. Konnte das BDM diese Erwartungen erfüllen?

Adrian Zangger: Das BDM liefert Daten zu wichtigen Trends. Zum Beispiel haben wir früh auf die Homogenisierung von Artengemeinschaften mit ihren möglichen Gründen aufmerksam gemacht. Wir unterstützen mittlerweile auch die Diskussion zu den verschiedenen Auswirkungen des Klimawandels. Zu Beginn war vielleicht der eine oder andere enttäuscht, weil wir nicht sofort mit Resultaten aufwarten konnten. Doch da Vergleichsdaten fehlten, musste man zunächst einmal messen, bevor das BDM seine Funktionen wahrnehmen konnte. Erst nach zwei Zyklen – das sind zehn Jahre! – konnten wir erstmals eine Aussage zu Veränderungen der Artenvielfalt machen. Ab 2010 konnten wir dann wichtige Veränderungen dokumentieren, wie die Artikel in der vorliegenden Sonderausgabe von HOTSPOT vor Augen führen.

Jean-Michel Gardaz: Das BAFU ist sehr zufrieden mit dem BDM. Das Programm mit seinen beiden Messnetzen war Neuland und hatte einen herausragenden Pioniercharakter. Kein anderes Land hatte um die Jahrtausendwende auch nur annähernd ein derart methodisch ausgeklügeltes Konzept ausgearbeitet. Wir waren Vorbild für viele Länder. Bis das Programm starten konnte, führten Fachleute fünf Jahre lang intensive und spannende, aber auch kontroverse Diskussionen. Und das war auch richtig so. Es ging beispielsweise um die Anzahl und Grösse der Untersuchungsflächen, um die Auswahl der Organismengruppen, um Erhebungs- und Messmethoden und vieles mehr.

Zangger: Eine Vorreiterrolle übernahm übrigens der Kanton Aargau mit dem Monitoringprogramm «Langfristüberwachung der Artenvielfalt in der normal genutzten Landschaft des Kantons Aargau», kurz LANAG. Von den Arbeiten zu diesem Programm haben wir profitiert und es für die ganze Schweiz weiterentwickelt. Wir standen zu Beginn vor der Wahl, entweder auf wenigen Untersuchungsflächen sehr stark in die Tiefe zu gehen und viele verschiedene Messungen zu machen, oder lieber auf sehr vielen Flächen ganz bestimmte Biodiversitätskomponenten zu erheben. Man entschied sich zum Glück für Letzteres, denn das Ziel des Monitorings muss sein, für die ganze Schweiz repräsentative Aussagen machen zu können. Das BDM ist vereinfacht gesagt standardisiertes Zählen und Messen über die Zeit.

Glenn Litsios: Mittlerweile gibt es zwar auch in anderen Ländern Biodiversitätsmonitorings, aber diese konzentrieren sich meist nur auf Schutzgebiete oder auf bestimmte Lebensräume. Nur wenige dieser Messnetze decken ein ganzes Land ab. In der Schweiz kommt uns Artikel 699 des Zivilgesetzbuches zugute, das den

freien Zutritt zu Wald und Weiden erlaubt. In Frankreich gilt dagegen auf Privatland ein Betretungsverbot. Dort können Untersuchungsflächen nicht nach dem Zufallsprinzip ausgeschieden werden. Ich bin sehr froh, dass die Schweiz Aussagen zur ganzen Landesfläche machen kann.

Das BDM arbeitet mit zwei terrestrischen Messnetzen. Eines betrachtet die Artenvielfalt in Landschaften, eines die Artenvielfalt in Lebensräumen. Braucht es wirklich zwei verschiedene Skalen?

Zangger: Ja, unbedingt! Zum einen erfordern die untersuchten Artengruppen unterschiedliche Messnetze. Es würde wenig Sinn machen, Schnecken oder Moose auf gleich grossen Untersuchungsflächen zu erfassen wie die mobilen Tagfalter und Vögel. Zum anderen erfasst das eine Netz Veränderungen innerhalb von Lebensräumen, das andere Veränderungen auf Landschaftsebene. Mit den Gefässpflanzen, die auf beiden Messnetzen erhoben werden, können wir untersuchen, ob innerhalb von Lebensräumen unterschiedliche Effekte und Ursachen am Werk sind als auf Landschaftsebene.

«Das BDM ist – vereinfacht gesagt – standardisiertes Zählen und Messen über die Zeit.»

Adrian Zangger

Litsios: Mit den Daten aus den beiden Messnetzen können ganz unterschiedliche Fragen beantwortet werden. So ist der Einfluss des Stickstoffeintrags in die Lebensräume vor allem lokal feststellbar, also auf den 10 m²-Flächen. Mit den Kilometerquadraten, die wir im anderen Messnetz abdecken, können wir beispielsweise den Einfluss der Landnutzung mitverfolgen. Mit beiden Messnetzen zusammen sind wir gut aufgestellt. Die grosse Vielfalt an Basisdaten erlaubt es uns, sehr flexibel zu bleiben, weil zukünftige Probleme, an die wir heute noch gar nicht denken, mit grosser Wahrscheinlichkeit abgebildet werden. Biodiversität ist derart komplex, dass wir zwingend mehrere Ebenen betrachten müssen.

Zangger: Gerade beim Klimawandel zeigt sich diese Flexibilität: Als wir das Konzept Mitte der 1990er-Jahre erarbeiteten, war Klima nicht das Hauptthema. Wir können nun sehr gut Auswirkungen des Klimawandels auf die Biodiversität zeigen – und zwar nicht nur das Höhersteigen von Arten, sondern auch Veränderungen in den Tieflagen und im Siedlungsraum.

Gardaz: Ich sehe beim BDM generell starke Parallelen zum Gesundheitswesen. Dort wird bei vulnerablen Personen regelmässig die Körpertemperatur gemessen. Stellen die Ärzte Fieber fest, braucht es weitere Untersuchungen und Massnahmen.

Litsios: Ein guter Vergleich! Man könnte auch sagen: Das BDM ist wie MeteoSchweiz. Wir messen und zeigen Veränderungen – und geben die Informationen weiter an die Gesellschaft, an die Politik und die Wissenschaft. Es ist ganz wichtig, dass wir langfristig und ohne Unterbruch arbeiten. Der Wert der Messnetze zeigt sich erst über die Zeit. Haben wir Kontinuität, sind wir bereit für die Zukunft.

Gardaz: Politik, Wissenschaft und Fachleute sehen zunehmend den Mehrwert des BDM. Auch der Kompromiss zwischen ausreichender räumlicher Auflösung und nötiger Redundanz ist gut gelungen. Das BDM ist damit gerüstet für neue Bedürfnisse und Fragen.

Zangger: Ein gutes Beispiel sind die Flächen in höheren Lagen, die früher in Frage gestellt wurden und heute von grossem Interesse sind. Wir haben Hinweise, dass in den Berggebieten und ihren Tal-lagen grössere Veränderungen stattfinden, ähnlich wie in den 1970er- und 1980er-Jahren im Mittelland. Dies wird nun an der WSL mit Einbezug von BDM-Daten und Daten anderer Programme genauer analysiert.

In den ersten Jahren versuchte das BDM noch mit Hilfe von 32 Indikatoren alle wichtigen Einflüsse auf die Biodiversität zu verfolgen. Es wurden auch Daten aus ganz unterschiedlichen Quellen verarbeitet. Heute gibt es nur noch die zwei terrestrischen Messnetze und eines für die Gewässer. Wieso diese Reduktion?

Zangger: Diese Messnetze waren von Anfang an das Herzstück des BDM. In der Konzeptphase kam der Wunsch auf, ein umfassenderes System zum Zustand der Biodiversität sowie zu Einflussfaktoren und Massnahmen zu verfolgen, unter anderem auch nach den damaligen internationalen Vorschlägen. Die 32 Indikatoren bildeten einen grossen Indikatorenkatalog, wobei wir mehrheitlich Daten aus anderen Quellen aufbereiteten. Unser Auftrag wurde später redimensioniert, und wir konzentrieren uns wieder auf das Kerngeschäft – und das ist das Erheben von reproduzierbaren Datenreihen über die Zeit.

Was ist mit den ganzen anderen Indikatoren passiert?

Gardaz: Die Umweltindikatoren des BAFU, die Roten Listen und neu eingeführte Monitoringprogramme wie die «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS» und «Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA» decken diese Bereiche ab. Die Daten der Monitoringprogramme fliessen in mehrere dieser Indikatoren ein.

Wie ist das Verhältnis des BDM zu den anderen Monitoringprogrammen?

Litsios: Das BDM ist heute Teil eines ganzen Systems aus Programmen, die aufeinander abgestimmt sind oder sich unter Berücksichtigung der anderen weiterentwickelt haben. Das BDM liefert beispielsweise Grundlagendaten für ALL-EMA oder Vergleichs- und Referenzdaten für die WBS.

Wie geht das BDM mit dem Problem um, dass sich die grossen Biodiversitätsverluste weit vor dem Messbeginn 2001 abgespielt haben? Von einem sehr tiefen Biodiversitätsniveau ausgehend kann ja jede kleine Massnahme zu einem positiven Resultat führen.



Jean-Michel Gardaz, Glenn Litsios und Adrian Zangger (von links).
Foto Gregor Klaus

DR. JEAN-MICHEL GARDAZ ist Geograf und arbeitet seit 2002 beim BAFU, wo er zahlreiche Projekte im Zusammenhang mit der Umweltbeobachtung und -berichterstattung betreut hat. Zurzeit ist er unter anderem verantwortlich für die Durchführung der Programme zum Monitoring der Biodiversität.

DR. GLENN LITSIOS ist Biologe und leitete beim BAFU sechs Jahre lang unter anderem die Programme zur Überwachung der Biodiversität, darunter das BDM. Seit Januar 2022 ist er Direktor von info fauna CSCF & karch, dem nationalen Daten- und Kompetenzzentrum für die Fauna der Schweiz.

DR. ADRIAN ZANGGER ist Biologe und koordiniert mit einem Team bei der Hintermann & Weber AG im Auftrag des BAFU die Erhebungen und Auswertungen des BDM. Er arbeitete am Aufbau des BDM mit und war an der Entwicklung der verschiedenen Indikatoren beteiligt.

Zangger: Das ist eine Herausforderung. Klar wäre es toll gewesen, wenn wir schon 1970 gestartet hätten. Das BDM zeigt, dass es häufigen und mittelhäufigen Arten heute oftmals besser geht als vor 20 Jahren. Dass wir einen grossen Teil der Artenvielfalt der Schweiz bei den Erhebungen kaum zu Gesicht bekommen, ist aber eine wichtige Aussage. Wir stellen fest, dass das, was vor 50 Jahren noch alltäglich gewesen sein muss, heute ganz speziell geworden ist. Es ist eine Herausforderung und eine grosse Verantwortung, die Resultate klar einzuordnen, um Missverständnisse zu vermeiden.

Gardaz: Es ist tatsächlich schwierig, positive Biodiversitätstrends zu kommunizieren, wenn man im gleichen Atemzug sagt, dass 35% der Arten gefährdet oder ausgestorben sind. Genau deshalb ist es so wichtig, dass nicht die einzelnen Programme über ihre Ergebnisse berichten, sondern das BAFU, bei dem alle Daten zusammenlaufen. Eine Zeit lang haben alle separat kommuniziert, was zu Irritationen geführt hat. Fairerweise muss ich aber sagen, dass die Programme eine Zeit lang explizit den Auftrag hatten, ihre Resultate auch zu kommunizieren.

Und zu welchem Schluss kommt das BAFU?

Gardaz: Die bisherigen Massnahmen beginnen zu wirken, aber noch nicht so breit, wie wir das gerne hätten. Um nochmals den Vergleich mit dem Gesundheitswesen zu machen: Wenn jemand 40 Grad Fieber hat, und am nächsten Tag 39,6 Grad, ist das zwar eine Verbesserung, aber die Person ist immer noch schwer krank. Bei der Kommunikation müssen wir sehr vorsichtig und feinfühlig sein.

Litsios: Und wir müssen die Resultate in den richtigen Kontext stellen. Man kann Veränderungen nie nur mit einem Indikator erklären. Man muss zusätzliche Informationen liefern, was eine grosse kommunikative Herausforderung darstellt. Gibt man zu viele Informationen mit vielen Details, dann ist es zwar richtig, aber uninteressant. Kommuniziert man zu simpel, besteht die Gefahr, missverstanden zu werden.

Ist die Kontinuität des BDM gewährleistet?

Litsios: Das BDM wird nicht in Frage gestellt. Allerdings gab es 2015 eine Art Rationalisierung: Wir wurden angehalten, die Messnetze kleiner und billiger zu gestalten. Das BAFU hat dann mit verschiedenen Expertinnen und Experten die Chancen und Risiken überprüft. Da das BDM mit den Basisdaten auch neue Fragen beantworten muss, kann man die Anzahl Untersuchungsflächen nicht beliebig optimieren. Das BDM ist keine gezielte Erfolgskontrolle und muss zwingend immer ein gewisses Mass an Redundanz haben. Es hat sich aber herausgestellt, dass wir in den Bergregionen tatsächlich viele Flächen haben, die sehr aufwendig und damit teuer sind. Man hat zu Recht gefragt, ob man da nicht optimieren und einsparen kann – was wir dann auch getan haben.

«Das BDM ist heute Teil eines ganzen Systems aus Programmen.»

Glenn Litsios

Hat es sich gelohnt?

Litsios: Nur bedingt. Wir mussten schon bald feststellen, dass die Reduktion der Anzahl Untersuchungsflächen zu stark war. Plötzlich wollten verschiedene Akteure genau wissen, welche Biodiversitätsveränderungen in den Bergen ablaufen. Mittlerweile haben wir wieder zusätzliche Flächen reingenommen. Auch im Siedlungsraum werden mittlerweile zusätzliche Erhebungen durchgeführt. Beide Ergänzungen sind als politischer Auftrag zu verstehen. Wir haben die Kosten relativ konstant gehalten und gleichzeitig die Reichweite der Ergebnisse durch die Synergien zwischen den Monitoringprogrammen erhöht.

Zangger: Insgesamt betrachtet sind wir konstant, aber nicht stur. Wir passen uns an die Bedürfnisse an. So kamen 2010 mit den Gewässerorganismen neue Artengruppen hinzu, weil die Gewässer vorher nicht abgebildet waren.

Sind die heute betrachteten Artengruppen wirklich repräsentativ?

Gardaz: Es ist vor allem eine machbare Auswahl, die wichtige Trends zeigt. Es fehlen aber Aspekte, zum Beispiel Bodenorganismen. Eine für uns willkommene Forderung aus der Politik ist der stärkere Einbezug der Insekten.

Litsios: Das betrifft alle Monitoringprogramme. Wir sind da aber noch auf Konzeptebene. Ein Einbezug der Nachtfalter würde Aussagen zur Lichtverschmutzung erlauben. Da gibt es bisher nur Daten aus Fallstudien. Weil es für diese Organismengruppe aber weder eine nationale Artenliste geschweige denn eine Rote Liste gibt, bedeutet dies noch viel Arbeit, bevor man loslegen kann.

Kann das BDM einen Beitrag zur Ökologischen Infrastruktur leisten?

Zangger: Im Messnetz auf Landschaftsebene müsste die Wirkung der Ökologischen Infrastruktur sichtbar werden. Ein Kanton macht sich jetzt schon Gedanken, wie ein entsprechender Indikator aussehen könnte.

Litsios: Mit dem BDM haben wir die Datengrundlage, um in 10 oder 20 Jahren Veränderungen sichtbar machen zu können. Dies wird jedoch keine Wirkungskontrolle sein, da ein kausaler Zusammenhang nicht hergestellt werden kann. Um den genetischen Austausch zu messen, der sich dank der Ökologischen Infrastruktur verbessern soll, wäre ein spezielles Monitoring erforderlich.

Was sind die wichtigsten Herausforderungen für das BDM?

Zangger: Wie bereits erwähnt, ist es enorm wichtig, dass die Daten richtig eingeordnet und nicht aus dem Zusammenhang gerissen werden. Im vorliegenden Sonderheft geben wir ganz bewusst nur Spotlights und keine umfassenden Analysen zu Lebensräumen oder Einflüssen. Eine weitere grosse Herausforderung gerade für uns als Auftragnehmer ist es, die bisherigen Datenreihen in der bisherigen Qualität weiterzuführen. Für viele mag das einfach klingen, aber Routine ist extrem anspruchsvoll! Die rund 100 Mitarbeitenden des BDM leisten da einen hochwertigen Einsatz.

Gardaz: Ein hohes Level braucht es auch beim Management des Betriebs. Hier geht es um nichts weniger als das Datenmanagement, die Qualitätskontrolle, die Sicherheit der Mitarbeitenden im Gelände.

Litsios: Ich sehe noch eine weitere Herausforderung. Wir brauchen Erklärungen für die beobachteten Trends. Es ist ganz wichtig, dass wir die Treiber besser abbilden können. Dazu muss der Austausch mit anderen Programmen aus anderen Sektoren und der Forschung verstärkt werden.

«Politik, Wissenschaft und Fachleute sehen zunehmend den Mehrwert des BDM.»

Jean-Michel Gardaz

Zangger: Ich sehe das auch so. Wir können höchstens Hypothesen formulieren. Wir haben nie Kausalitäten versprochen. Das kann ein Monitoring auch gar nicht. Man muss daher vermehrt Datensätze aus ganz unterschiedlichen Quellen miteinander verbinden. Eine weitere grosse Herausforderung der heutigen Zeit ist der Zwang, sehr rasch Informationen zu liefern, wenn neue Fragen auftauchen. Wir beobachten die jeweils auftauchenden Fragen und schauen, ob und was wir beitragen können. Neophyten, der Klimawandel oder die Bergregionen sind da gute Beispiele. Dann gibt es eine gezielte Analyse auf Basis der BDM-Daten.

Gardaz: Auch die Forschung hat grosses Interesse an den Daten. Diese werden immer wieder aus dem In- und Ausland nachgefragt. Das BDM ist insgesamt betrachtet nicht mehr wegzudenken. Es hilft uns, Veränderungen unseres Naturkapitals zu erkennen und die richtigen Massnahmen einzuleiten.

Wer verbirgt sich hinter dem BDM?

Hinter dem grossen BDM-Datensatz steckt die Arbeit von vielen Personen. Trotz zunehmenden technologischen Möglichkeiten bleibt das spezifische Wissen von Fachpersonen auch in absehbarer Zukunft zentral. Dies betrifft in erster Linie die «Artenprofis» für die Erhebungen im Feld oder die Bestimmungen im Labor. In den vergangenen 20 Jahren des BDM haben rund 200 Personen in diesem Programm mitgearbeitet. Sie stell(t)en ihre Experti-

se von der Datenerhebung über die Projektkoordination bis hin zur Datenverwaltung und -analyse in sehr unterschiedlichen Arbeitspensen zur Verfügung. Aus ihren Tätigkeiten in anderen Projekten steuern sie ihre Erfahrung bei. Dies ist Grund genug, um im vorliegenden Sonderheft den BDM-Daten mit mehreren Teamporträts ein Gesicht zu geben.



Die Projektkoordination trifft sich jährlich zum Austausch mit Artexpertinnen und -experten. Foto Beat Ernst

BDM-Team Projektkoordination

Das Team Projektkoordination ist der Taktgeber im Jahresverlauf der Datenerhebung. Dazu gehören etliche Vorbereitungsarbeiten und die Steuerung im Verlauf der Feldsaison (siehe auch S. 14–15). Mitarbeitende werden im Feld bei Schwierigkeiten unterstützt – denn manchmal müssen kurzfristig Entscheide gefällt werden, wie zum Beispiel bei unpassierbaren Transektstrecken, Sicherheitsfragen im Gebirge oder bei weidenden Kuhherden. Die Projektkoordination führt zudem eine Datenbank mit sämtlichen BDM-Daten und übernimmt die Qualitätskontrolle. Routinemässig werden jährlich mehrere Kennzahlen berechnet, hinzu kommen weitere spezielle Indikatoren wie der Legislaturindikator (siehe S. 15). Zudem erfolgen in Absprache mit dem BAFU gezielte

Analysen zu verschiedenen Zwecken. Das BDM liefert auch Daten für Forschungsprojekte und begleitet externe Auswertungen. Wichtig ist der Kontakt zu den nationalen Datenzentren. In Abstimmung mit Partnerprogrammen werden Synergien bei Datenerhebungen und -analysen genutzt (siehe S. 38–41). Im Austausch mit diversen Spezialistinnen und Spezialisten sorgt die Projektkoordination für die methodische Weiterentwicklung des BDM. Auch wenn nach 20 Jahren vieles Routine ist, heisst dies nicht Stillstand. Das Ziel ist es, mit laufenden Entwicklungen in der Biodiversitätsforschung und auch mit neuen Bedürfnissen mitzuhalten.

Messnetz «Landschaft»

Dieses Messnetz ermittelt die Entwicklung der Artenvielfalt innerhalb von grossen Flächen, also von Landschaften. Das Messnetz besteht aus knapp 500 Messflächen, die jeweils einen Quadratkilometer gross sind (siehe Karte rechts). Erfasst werden Gefässpflanzen (seit 2001), Brutvögel (seit 2001) und Tagfalter (seit 2003). Das BDM konzentriert sich damit auf relativ wenige Organismengruppen.



Erhebungsstrecke und Auswahl der Organismengruppen

Die BDM-Erhebungen für Gefässpflanzen und Tagfalter erfolgen entlang einer 2,5 Kilometer langen, im Voraus festgelegten Route (Transekt). Sie verläuft meist entlang von bestehenden Wegen oder Strassen. Die Brutvögel werden möglichst flächendeckend erhoben. Für die Auswahl der drei Organismengruppen entscheidend waren die Standardisierbarkeit, die Präzision und Kosten der Erhebungen, die Verfügbarkeit von Artenkennenden, die Relevanz für die Biodiversität sowie das vorhandene Wissen zur Organismengruppe und deren Stellenwert in der Bevölkerung.

Gefässpflanzen

Entlang der Route (Transekt) werden sämtliche Arten bestimmt und notiert, die in einer Entfernung von 2,5 Metern links und rechts des Weges wachsen. Der berücksichtigte Streifen ist breit genug, um nicht nur den Wegrand, sondern auch die landschaftlich vorherrschende Nutzung zu erfassen (z.B. Acker, Wiese, Wald). Durch die Lage am Wegrand werden auch kleinflächige Lebensräume wie Böschungen, Gehölzsäume oder Ruderalflächen erfasst, die für den Artenreichtum einer Landschaft bedeutend sind. In einem Aufnahmejahr wird die Route zweimal abgelaufen (Ausnahme: im Gebirge nur eine Begehung).



Anknüpfung an andere Monitoringprogramme

Ein grosser Teil der BDM-Messflächen in Landschaften wird auch durch das Monitoring «Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA» und durch das «Monitoring Häufige Brutvögel MHB» der Schweizerischen Vogelwarte Sempach genutzt. Das Konzept und die Methoden wurden in mehreren kantonalen Biodiversitätsmonitorings übernommen und weiterentwickelt (z.B. AG, GR, LU, TG).



Tagfalter

Für diese Organismengruppe wird die gleiche Route abgesprochen wie für die Gefässpflanzen. Die Mitarbeitenden bestimmen alle Tagfalter, die in einer Distanz von maximal 5 Metern vorbeifliegen. Jede Beobachtung wird per App mit GPS-Koordinaten protokolliert. Je nach Höhenstufe werden in einem Aufnahmejahr 4 bis 7 Begehungen durchgeführt. Pro Jahr werden für die BDM-Erhebungen der Tagfalter rund 3000 Kilometer und für die Gefässpflanzen rund 900 Kilometer abgesprochen. Seit Beginn der Erhebungen haben die Mitarbeitenden für diese beiden Organismengruppen 71 400 Kilometer zurückgelegt!



Mit dem Messnetz «Landschaft» wird die Artenvielfalt in über 500 Messflächen (zu je einem Quadratkilometer) ermittelt. Das Stichprobenetz bildet ein regelmässiges Raster, das über der ganzen Schweiz liegt. Jedes Jahr wird ein Fünftel der Stichprobe bearbeitet. Ein Messzyklus dauert somit 5 Jahre. Alle Flächen zusammen bedecken 1,2% der Schweiz. Im Jura und im Tessin ist das Messnetz verdichtet, damit auch hier regionale Aussagen möglich sind.

- 1 Die höchstgelegene Messfläche befindet sich bei Pontresina (GR) mit einer mittleren Höhe von 2833 m ü. M.
- 2 Die tiefstgelegene Messfläche gehört zur Gemeinde Gambarogno (TI) und weist eine mittlere Höhe von 333 m ü. M. auf.
- 3 Die Rekordzahl an Gefässpflanzenarten wurde mit 420 Arten in der Messfläche bei Grindelwald (BE) festgestellt.
- 4 Am meisten Tagfalterarten wurden bislang in der Messfläche bei Embd im Wallis gezählt, nämlich 82 Arten.
- 5 Auf der 2,5 Kilometer langen Route in Zwischbergen (VS) wurden 4387 Tagfalterindividuen gezählt – so viele wie sonst nirgends.
- 6 Das Maximum an Brutvogelarten erreichte mit 64 Arten die Messfläche bei Ringgenberg (BE).

Die Macht der grossen Stichprobe

Die Aussagen des BDM zu Trends der Biodiversität beruhen auf einer grossen Zahl von Messflächen. Nur wenn auf zahlreichen Messflächen eine ähnliche Entwicklung stattfindet, sind allgemeingültige Aussagen zulässig. Entwicklungen auf einer einzelnen Messfläche können durchaus markant sein, zum Beispiel wenn ein Bach ausgedolt oder eine Kiesgrube rekultiviert wird. Für die generelle Entwicklung einer ganzen Region oder für die ganze Schweiz müssen solche Einzelfälle nicht unbedingt repräsentativ sein.

Brutvögel

Die Erhebungen der Brutvögel sind mit dem Vogelwarte-Programm «Monitoring Häufige Brutvögel MHB» abgestimmt. Die Mitarbeitenden begehen dabei eine Strecke von rund 5 Kilometern Länge, auf der sie das Quadrat möglichst flächendeckend auf Vorkommen von Brutvögeln absuchen. In den Tallagen finden drei, in Hochlagen zwei Morgenexkursionen in vorgegebenen Zeitfenstern statt.



Messnetz «Land-Lebensräume»

Dieses Messnetz ermittelt die Artenvielfalt innerhalb von kleinen Flächen und damit von Lebensräumen. Die rund 1500 Messflächen (siehe Karte rechts) sind 10 Quadratmeter gross. Im Zentrum steht die Frage: Wie verändert sich die Artenvielfalt im Laufe der Zeit und wie unterscheidet sie sich zwischen Lebensräumen? Das Messnetz besteht aus einer repräsentativen Stichprobe der Schweizer Landesfläche. Jede Messfläche wird einer Nutzungskategorie und einem Lebensraumtyp zugeordnet. Erfasst werden seit 2001 drei Organismengruppen: Gefässpflanzen, Moose und Schnecken.



Gefässpflanzen

Die Mitarbeitenden bestimmen und notieren sämtliche Gefässpflanzenarten, die innerhalb der Messfläche wachsen. Für jede Art wird der Deckungsgrad geschätzt. Pro Messfläche erfolgen zwei Begehungen pro Saison in einem vorgegebenen Zeitfenster (Ausnahme: im Gebirge nur eine Begehung).

Messfläche und Methode

Die 10 Quadratmeter grossen Messflächen liegen meist in Wiesen und Weiden oder im Wald, können aber auch mitten in Äckern, Fussballplätzen, in Privatgärten oder Industriegebieten liegen – alles Orte, wo Biodiversität durchaus vorhanden ist.

Um genau 10 Quadratmeter abzudecken, kommt der «Pflanzenzirkel» zum Einsatz: Eine Schnur mit der Länge von 1,78 m definiert die kreisförmige Messfläche vom Mittelpunkt aus. «Notiere auf diesen 10 Quadratmetern alle Pflanzenarten und schätze ihre Deckung» – diese im Grunde simple Anweisung ist in ihren Details in der BDM-Anleitung auf 20 Seiten erläutert. Diese Ausführlichkeit ist nötig. Sie trägt entscheidend zur Präzision der BDM-Daten bei. Unabhängig von der ausführenden Person sollen dieselben Ergebnisse aus einer Aufnahme resultieren.

Präsenz und Absenz

Viele Analysen mit BDM-Daten beruhen nur auf Artenzahlen, d.h. auf Präsenz-Absenz-Angaben (die Art ist vorhanden oder nicht). Die Präsenz einer Art lässt sich nämlich weit zuverlässiger ermitteln als deren Häufigkeit. Durch die grosse Zahl an Messflächen der BDM-Netze sind mittels Präsenz-Absenz auch grobe Rückschlüsse auf den Gesamtbestand einer Art möglich. Allerdings erhebt das BDM durchaus auch die Häufigkeit von Arten (bei den Tagfaltern, den Schnecken und den Gewässerinsekten – und seit 2016 auch bei den Gefässpflanzen).

Anknüpfung an andere Monitoringprogramme

Das Biodiversitätsmonitoring LANAG des Kantons Aargau existiert seit 1996. Es ist das eigentliche Vorläuferprogramm des BDM und konzeptionell und methodisch sehr ähnlich gestaltet.

Die 10 Quadratmeter-Kreisfläche hat sich zu einem Standard für kleinräumige Vegetationserhebungen entwickelt, die als Teil einer grossen Stichprobe funktionieren. Die BDM-Methode wird in diversen anderen Biodiversitätsmonitorings in der Schweiz verwendet, beispielsweise im Biodiversitätsmonitoring auf Schiess- und Waffenplätzen des Bundes oder in den Programmen «Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA» und «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS». Im Waldareal liegen die BDM-Messflächen auf dem Messnetz des Landesforstinventars LFI. Bei der Datenanalyse bestehen deshalb grosse Synergien. In Zusammenarbeit mit der Nationalen Bodenbeobachtung NABO wurden einmalig Oberbodenproben (0–20 cm) entnommen, verschiedene Bodenkennwerte erfasst und Spurenelemente analysiert.

Moose

Jede Messfläche wird systematisch nach Moosen abgesucht. Die Aufnahme erfolgt durch dieselbe Person wie bei den Gefässpflanzen, und zwar nur bei der Erstbegehung.

Von sämtlichen Moosen werden kleine Proben gesammelt. Expertinnen und Experten bestimmen die Arten später im Labor.



Mit dem Messnetz «Land-Lebensräume» wird die Artenvielfalt in rund 1500 Messflächen erhoben. Jede davon ist kreisrund und 10 Quadratmeter gross. Die Lage der Messflächen ist fix und fast auf den Zentimeter genau reproduzierbar, einerseits mit dem globalen Navigations-Satellitensystem GPS, andererseits ist in der Mitte der Messfläche ein Magnet vergraben, der mit einem Metallsuchgerät gefunden werden kann. Jede Fläche wird einem Lebensraumtyp und einer Nutzungskategorie zugeordnet (Wald, Wiesen und Weiden, Alpweiden, Äcker, Siedlung, Fels und Geröll). Eine zweite Gruppierung erfolgt nach Höhenstufen: kollin, montan, alpin.

- 1 Die höchstgelegene für die Mitarbeitenden begehbbare Messfläche liegt am Oberrothorn im Wallis auf 3078 m ü. M.
- 2 Die tiefstgelegene Fläche befindet sich bei Locarno (TI) auf 199 m ü. M.
- 3 Die Rekordzahl an Gefässpflanzenarten hält eine Messfläche in Grindelwald (BE) mit 93 Arten.
- 4 Am meisten Moose wies eine Messfläche in Isenthal (UR) mit 54 Arten auf. Die an Schneckenarten bisher reichsten Messflächen befinden sich in Wigoltingen (TG) und Villnachern (AG) mit je 40 Arten.

Stichprobenkonzept

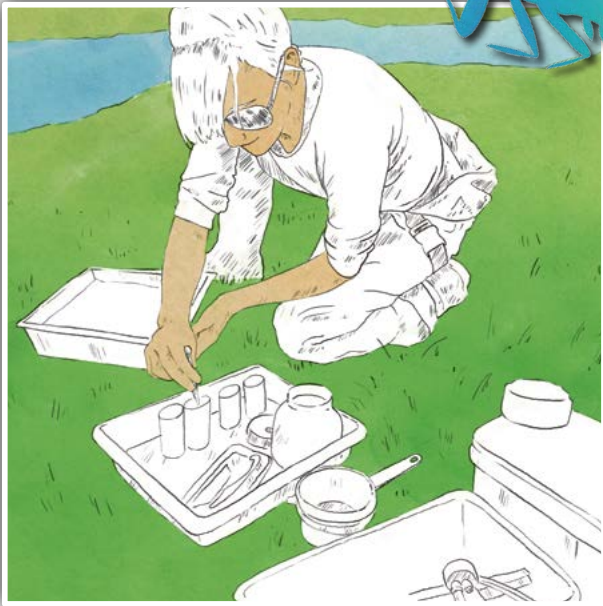
Die Messflächen aller BDM-Netze liegen auf einem regelmässigen Raster. Die Lage des Rasters wurde zufällig gewählt. Ganz gleich für welche Teilregion der Schweiz Aussagen zur Biodiversität gewünscht sind: Solange die Teilregion eine gewisse Grösse hat, hält das BDM dazu Daten bereit. Diese Flexibilität ist für ein langfristiges Monitoring vorteilhaft. Denn heute wissen wir nicht, auf welche Fragen das BDM in Zukunft Antworten liefern soll.

Schnecken

Rund um die äussere Grenzlinie der Messfläche werden 8 Bodenproben entnommen (je 0,6 Liter Volumen). Zuvor wird die Oberfläche jeder Bodenprobe sorgfältig nach Schnecken abgesucht. Die Bodenproben werden gewaschen und die Schneckenschalen aussortiert. Expertinnen und Experten bestimmen anschliessend die Arten.

Messnetz «Fließgewässer-Lebensräume»

Dieses Messnetz ermittelt die Artenvielfalt von kleineren Flüssen und grösseren Bächen. Im Zentrum steht die Frage: Wie verändert sich die Artenvielfalt im Laufe der Zeit und wie unterscheidet sie sich dabei zwischen den Gewässern? Das Messnetz besteht aus einer repräsentativen Stichprobe der Schweizer Fließgewässer (siehe Karte rechts). An fast 500 Fließgewässer-Abschnitten werden seit 2010 alle im Wasser lebenden wirbellosen Tiere erfasst.



Wirbellose Gewässerorganismen

Alle Gewässerwirbellosen werden gesammelt und auf Familienniveau bestimmt. Diese Angaben erlauben die Berechnung von Indizes zur Gewässerqualität. Die Larven der drei Insektenordnungen Eintags-, Stein- und Köcherfliegen werden durch Expertinnen und Experten bis auf Artniveau bestimmt. Daraus ergeben sich die Kennzahlen des BDM zur Artenvielfalt.

Messstelle

Mit dem Messnetz «Fließgewässer-Lebensräume» wird die Artenvielfalt an knapp 500 Fließgewässer-Abschnitten mit einer Länge zwischen 5 und 500 Metern erhoben. Die Länge der beprobten Fließgewässerabschnitte ist proportional zur Breite des Fließgewässers.

Sicherheit

Für das selbständige Arbeiten im Gelände existiert ein Sicherheitskonzept. Gefahren bestehen durch die Arbeit entlang von Strassen, in Fließgewässern, in abgelegenen Gebieten oder im Gebirge. Auch wenn es sich beim Messnetz «Fließgewässer-Lebensräume» oft um Kleingewässer handelt, erfordert die Feldarbeit besondere Sicherheitsmassnahmen. So sind alle Mitarbeitenden mit speziellen Schwimmwesten ausgerüstet. Bei rund 30 Gewässerabschnitten ist zudem die Begleitung durch eine Zweitperson nötig.

Sämtliche terrestrischen Messflächen im Gebirge werden durch einen Bergführer beurteilt, der klare Empfehlungen abgibt. Für gewisse Messflächen im Gebirge muss ein spezieller Kurs absolviert werden. Für die heikelsten Flächen ist eine Begleitung durch eine Zweitperson oder einen Bergführer vorgeschrieben.

Spezielle Geräte

Abgesehen von der App zur Erfassung von Arten per Smartphone erfolgen alle Erhebungen des BDM mit geringem technischem Aufwand. Auffälligste Werkzeuge der Feldteams sind der Kescher und die vielen Kleinbehälter und Schalen für die Probenahme in Fließgewässern, das Tagfaltnetz, der Metallrahmen für das Stechen der Bodenproben mit den Schneckenschalen und das Magnetsuchgerät zur Ortung der Messflächen.

Die fast 500 Messstellen liegen an den Schnittpunkten der Koordinaten-Linien zufällig bestimmter Kilometerquadrate mit den Fliessgewässern. An jeder Messstelle werden auch Merkmale zur Ökomorphologie und Wasserqualität erfasst. Das Messnetz deckt insgesamt rund 0,3 Promille des Schweizer Fliessgewässernetzes ab (18,2 von 65 000 km).

Aus methodischen Gründen generell nicht beprobt werden stehende Gewässer sowie nicht begehbare Flüsse. Aus dem gewählten Stichprobenansatz ergibt sich ein Schwerpunkt der BDM-Stichprobe bei den kleinen Fliessgewässern. Sie ergänzt somit die Stichprobe des Programms «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA».



- 1 Die beste Bewertung des Gewässerzustands erreichte ein Gewässer bei Vouvry (VS).
- 2 Besonders viele Arten der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen wurden an einem Gewässer in der Gemeinde Clos du Doubs (JU) mit 39 Arten erfasst.
- 3 Das höchstgelegene Fliessgewässer des BDM befindet sich in der Gemeinde Binn (VS) auf 2629 m ü. M.
- 4 Die tiefstgelegene Messstelle liegt bei Brissago (TI) auf 197 m ü. M.
- 5 4776 Tiere beträgt die bisher grösste Zahl festgestellter Individuen der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen an einer einzigen Messstelle. Dieses Resultat wurde in einem Bach bei Gächlingen (SH) erzielt.



Kick-Sampling

Die Erhebungsmethode ist relativ simpel: An 8 Stellen im Gewässerabschnitt wird ein Standard-Kescher auf den Gewässergrund abgestellt und das Sediment oberhalb des Netzes während 30 bis 60 Sekunden aufgewühlt. Aus dem im Kescher landenden Material werden die Organismen herausgesucht. Die Probenahme im Gewässer erfolgt in genau vorgegebenen Zeitfenstern, welche sich nach den Aktivitätsmustern der Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven richten. Die gefangenen Larven der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen werden anschliessend an 12 Expertinnen und Experten geschickt, die die Larven bestimmen.



Anknüpfung an andere Monitoringprogramme

Methodisch sind die Erhebungen stark an Standardmethoden nach Modul-Stufen-Konzept angelehnt (Probenahme mit Kick-Sampling, Beurteilung Ökomorphologie und Makrozoobenthos IBCH). Es gibt eine enge Zusammenarbeit mit dem Programm «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA».

Die Daten des BDM: Woher sie kommen, wohin sie gehen

Das BDM trägt zur Verbesserung der Kenntnisse über die Biodiversität bei und stellt Informationen zur Verfügung, die von zahlreichen Akteuren nachgefragt werden. Doch bis die Daten wirklich verwendet werden können, sind zahlreiche Schritte notwendig. Diese Doppelseite zeigt die «Produktionskette» für BDM-Daten im Verlauf eines Jahres.



Vorbereitungen

- > Jahresstichprobe festlegen
- > Feldteams zusammenstellen und Pensens festlegen
- > Evtl. Methodenleitungen für die Felderhebungen anpassen
- > Evtl. Liste der für die Erhebung zugelassenen Arten anpassen



Instruktionen

- > Startveranstaltungen der Feldteams pro Organismengruppe: Bekanntgabe von Neuerungen, Besprechen von methodisch heiklen Punkten
- > Spezielle Weisungen im Verlauf der Feldsaison, vor allem bezüglich Witterung (Sicherheitsaspekte)
- > Gezielte Bildungsanlässe (z. B. Bestimmung schwieriger Gruppen, Weiterbildung, Eichung)



Feldarbeit

- > Feldbegehungen gemäss regulärer Methodik. Ein Teil der Messflächen wird für die Qualitätskontrolle durch Zweitbearbeitende doppelt erhoben
- > Gefässpflanzen, Tagfalter, Brutvögel: Beobachtung und Artbestimmung vor Ort. Notieren der Artbeobachtungen in der BDM-App
- > Moose, Schnecken, Gewässerwirbellose: Sammeln der Proben ohne weitere Bestimmung. Bei Gewässerwirbellosen Vorsortieren der Probe vor Ort
- > Versand der Proben für die weitere Bearbeitung und Bestimmung

Steuerung im Saisonverlauf

Feldmitarbeitende

- > Laufend Berichterstattung über die Arbeitsfortschritte während der Saison
- > Unregelmässigkeiten bei der Erhebung werden umgehend gemeldet (Unzugänglichkeit, Zutrittsverweigerung, spezielle Gefahren, Abweichungen von der Methode).

Projektleitung

Als Reaktion auf die Rückmeldungen der Feldmitarbeitenden entscheidet sie über das weitere Vorgehen:

- > Spezielle Weisungen noch während der Saison (z. B. Stellvertretungen, wetterbedingte Anpassungen)
- > Weitergabe von Fällen an die Qualitätskontrolle. Zukünftige Anpassungen der Methodenleitung, Transekttrouten, Bearbeitbarkeit der Messflächen



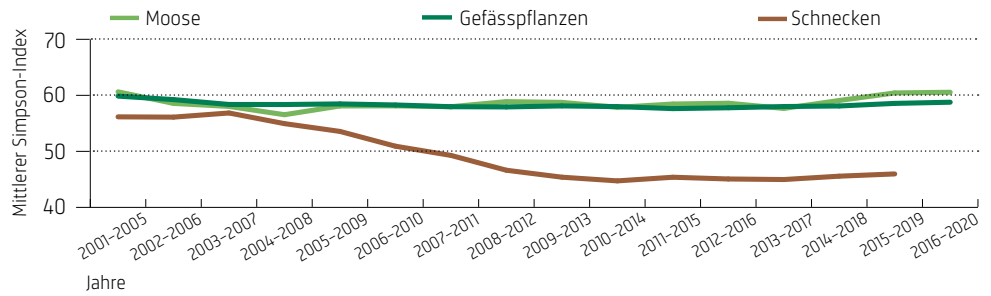
Foto Beat Ernst

Erfassungs-App

Heutzutage liegt es auf der Hand, Arten im Feld mit einer Smartphone-App zu erfassen. Im BDM erfolgt die Dateneingabe aber bereits seit 20 Jahren digital. Zu Beginn waren Palm-Pilot Geräte im Einsatz, heute normale Android-Smartphones. Der entscheidende Vorteil seit Beginn: einheitliche Datenformate, Artnamen und Kategorien für alle Feldmitarbeitenden sowie rascher Datenimport.

Alein die Gefässpflanzen-Erhebungen in Landschaften erzeugen jährlich schweizweit rund 50 000 Artbeobachtungen! Die verwendete App wurde auf das BDM zugeschnitten und seit dem ersten Routine-Einsatz 2012 kontinuierlich weiterentwickelt.

Beispiel eines Produkts mit BDM-Daten:
 Der Indikator «Vielfalt von Artengemeinschaften in Wiesen und Weiden» ist einer der sog. Legislaturindikatoren, mit denen die Ziele überprüft werden, welche von Bundesrat und Parlament festgelegt wurden. Simpson-Index: siehe S. 19



Laborarbeit

Schnecken

- > Waschen und Sieben der Bodenproben
- > Sortieren der Schneckenschalen
- > Bestimmung der Schneckengehäuse auf Artniveau

Moose

- > Bestimmen der Moosproben auf Artniveau

Wirbellose Gewässerorganismen

- > Bestimmen der Organismen bis auf Niveau Familie. Weitergabe des Probenmaterials für die Artbestimmung
- > Bestimmung auf Artniveau für Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven



Datenverwaltung

- > Import/Eingabe der Felddaten und Laborprotokolle in eine zentrale Datenbank
- > Kontrolle der Vollständigkeit der Aufnahmen und Datensätze
- > Einarbeiten der Beschlüsse aus der Qualitätskontrolle
- > Dokumentation sämtlicher Korrekturen der Rohdaten in einem Datenbankprotokoll

Die BDM-Datenbank umfasst aktuell 982 000 Artbeobachtungen (Felderhebungen 2001-2021, sämtliche Taxa)



Daten freigeben und verwenden

- > Die bereinigten Daten werden für gültig erklärt und stehen für Datenanalysen zur Verfügung
- > Datenanalysen zu aktuellen Themen
- > Berechnung weiterer Indikatoren zur Biodiversität durch Bund und Kantone, z. B. Legislaturindikatoren (siehe Grafik oben), Beitrag zum «Cercle Indicateurs»
- > Datenanalyse durch Dritte, auf Anfrage (z. B. Hochschulen)
- > Artbeobachtungen an InfoSpecies melden

Die Liste der wissenschaftlichen Publikationen (mit Peer-Review), die weitgehend auf BDM-Daten beruhen, umfasst aktuell 123 Einträge. Zusätzlich werden die BDM-Daten in vielen anderen Datenabfragen bei InfoSpecies mitverwendet.

Qualitätskontrolle

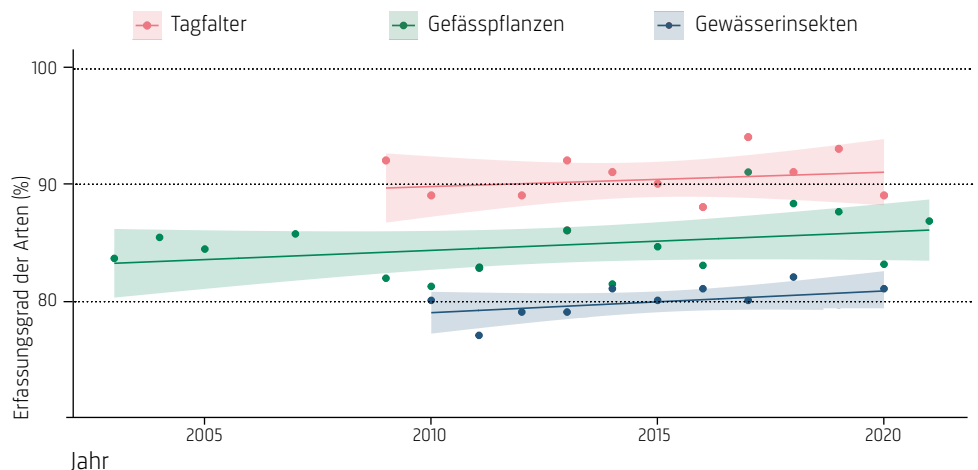
- > Plausibilitätskontrollen zu Artbestimmungen, Rückfragen bei Feldmitarbeitenden
- > Berechnen von Routine-Kennzahlen als Indikatoren für die Datenqualität
- > Evaluieren der Konsequenzen methodischer Fehler oder Abweichungen
- > Beschlüsse zur Gültigkeit bzw. Ungültigkeit von Rohdaten

Die Präzision der Messungen bestimmen

Die Methoden des BDM sind nicht darauf optimiert, dass an jedem Standort die Erfassung in jedem Fall 100 % beträgt – der Aufwand dazu wäre viel zu gross. Entscheidend ist vielmehr, dass die Präzision der Messungen bekannt ist und über die Zeit möglichst konstant bleibt. Nur so bleiben Trends gut vergleich- und interpretierbar.

Das gilt beispielsweise für den «Sucherfolg» der Feldmitarbeitenden. Das BDM überwacht diese Kenngrösse laufend. Die Grafik zeigt den Anteil erfasster Arten an den tatsächlich vorkommenden Arten für Gefässpflanzen, Tagfalter und Gewässerinsekten.

Die Felderhebungen des BDM wurden von Anfang an von Untersuchungen zur Qualität der Erhebungen begleitet. Seit Beginn stehen jährlich rund 10 % der Mittel für die Analyse der Datenqualität zur Verfügung.



Räumliche Muster der Artenvielfalt

Das BDM legt den Fokus auf die Artenvielfalt in der Normallandschaft und ergänzt damit andere Programme. Die verschiedenen Biodiversitätsmuster in der Schweiz zeigen sowohl Konstanz als auch steten Wandel. Ergänzen die Kantone das BDM mit zusätzlichen Messflächen, sind weitere spannende Datenanalysen möglich.

Repräsentative Daten zur Artenvielfalt abseits von Naturschutzgebieten und Biodiversitäts-Hotspots fehlten in der Schweiz bis Ende der 1990er-Jahre weitgehend (Weber et al. 2004). Das BDM hat diese Lücke für die Tagfalter, die Brutvögel und die Gefässpflanzen geschlossen. Basierend auf den BDM-Daten aus dem Messnetz «Landschaften» (siehe S. 8) kann die Verteilung der Artenvielfalt flächendeckend modelliert werden (Huwyler et al. 2012).

Die räumlichen Muster zeigen Gemeinsamkeiten, aber auch deutliche Unterschiede (Abbildung 1). Gemeinsam ist allen die tiefe Artenzahl in den hochalpinen Lagen. Das ist in allen Gebirgen natürlicherweise so: Unter den Extrembedingungen können nur noch wenige angepasste Spezialisten überleben. Die Verarmung der Artenvielfalt in den Tieflagen hingegen ist menschengemacht. Hier sind intensiv genutzte Ackerbaugelände und die grossen Agglomerationen bei genauem Hinschauen als helle, also artenarme Flecken erkennbar.

Besonders auffallend ist die Artenarmut bei den Tagfaltern im Mittelland, aber auch in weiten Teilen des Juras und in den Tallagen der Alpen. Dort ist heute nur noch ein Bruchteil der Artenvielfalt vorhanden, die um 1950 beobachtet werden konnte. Ganz anders in den montanen und subalpinen Höhenlagen der Alpen: Dort sind die Lebensräume noch in einem natürlichen oder naturnahen Zustand. Im Gegensatz dazu ist die Verteilung der Brutvogelartenzahlen in den tiefen und mittleren Höhenlagen gleichmässiger.

Rasante Veränderungen

Die Artvorkommen und somit die Diversitätsmuster haben sich in den letzten 20 Jahren verschoben, wie die Artikel im vorliegenden HOTSPOT-Sonderheft zeigen. Als Reaktionen auf Änderungen der Lebensbedingungen, zum Beispiel durch den Klimawandel oder Nutzungsänderungen, werden sie dies auch in Zukunft tun (Roth et al. 2021).

Analysen der BDM-Tagfalterdaten im Anschluss an den Hitzesommer 2018 zeigen, dass Reaktionen auf Extremereignisse zumindest bei den mobilen Tagfaltern sehr rasch erfolgen können (BAFU et al. 2019). So haben einige wärmeliebende Tagfalter ihr Verbreitungsgebiet deutlich vergrössert und steigen in den Alpen immer höher (siehe S. 27).

Das Gesamtbild schärfen

Mit dem BDM werden die Vorkommen von häufigen und mittelhäufigen Arten und deren Veränderungen über die Zeit systematisch und mit immer gleichen Methoden erhoben. Bei der Türkenbundlilie beispielsweise liegt die Zahl der BDM-Nachweise konstant bei ca. 20 % aller Untersuchungsflächen. Der Anteil an Wiederfunden ist bei dieser auffälligen Art gleichbleibend hoch, und es ist kein zeitlicher Trend bei der Häufigkeit erkennbar. Da viele Fundorte der Türkenbundlilie aber durch die Maschen des systematischen BDM-Messnetzes fallen, zeigt die Karte nicht die effek-

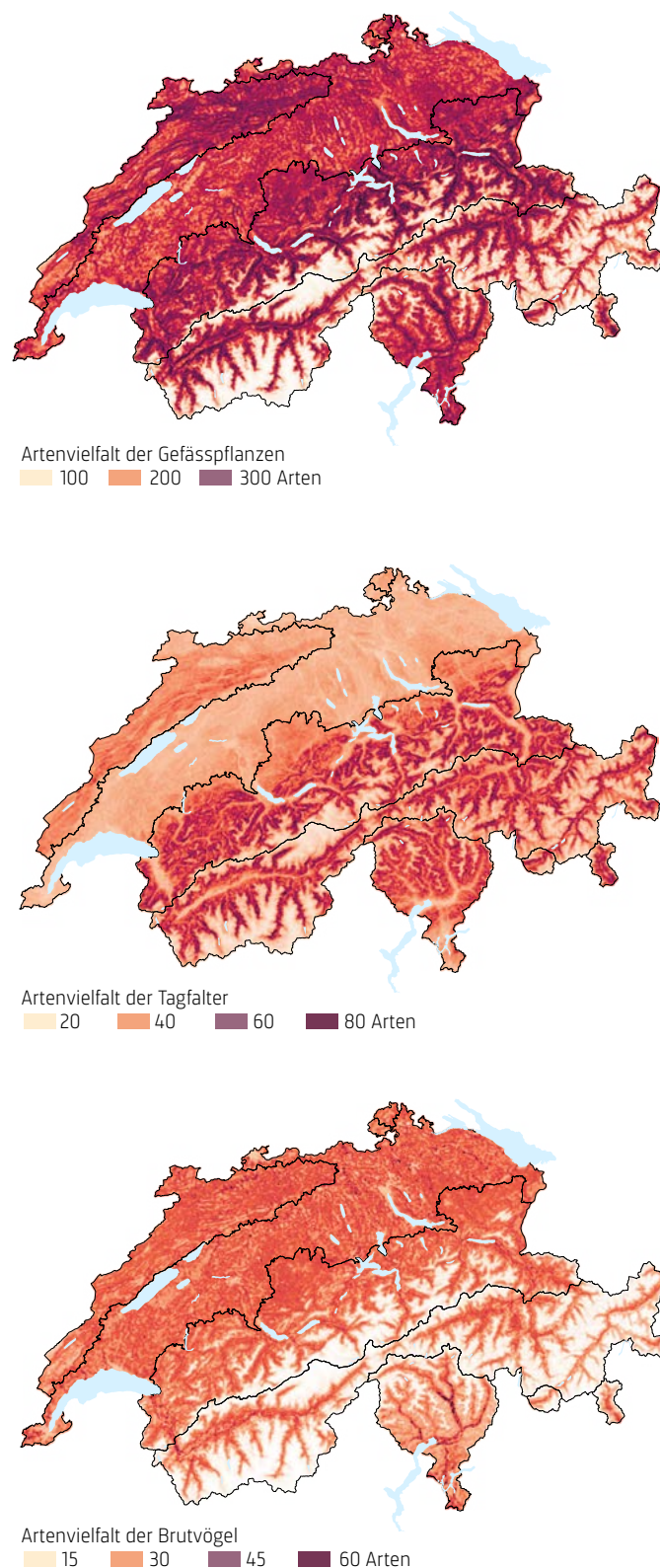


Abbildung 1: Verteilung der Artenvielfalt in der Schweiz (Periode 2017–2021). Die räumlichen Muster der Artenvielfalt auf Landschaftsebene unterscheiden sich zwischen Gefässpflanzen, Tagfaltern und Brutvögeln (von oben nach unten).



Blüte einer Türkenbundlilie
Foto Beat Ernst

- Stichjahr: 2012
- Vor gewähltem Stichjahr
 - Nach gewähltem Stichjahr
 - Vor und nach Stichjahr

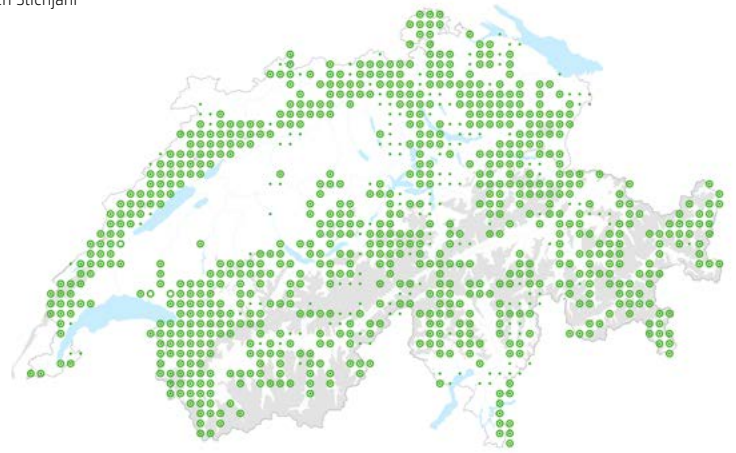
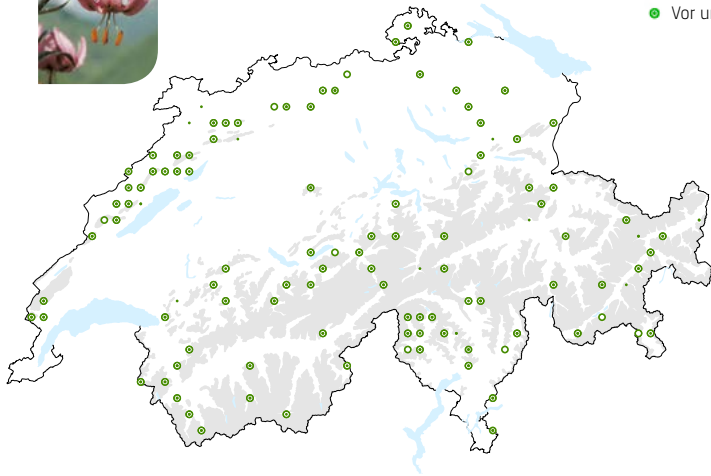


Abbildung 2: Verbreitung der Türkenbundlilie (*Lilium martagon*) in der Schweiz. Die attraktive Lilie ist weit verbreitet, mit Lücken im Mittelland und in einigen Regionen der Alpen. Bei der Karte des BDM (links) handelt es sich um eine Nachweiskarte, die aufzeigt, in welchen der 450 km²-Flächen die Art zwischen 2002 und 2021 festgestellt wurde. Die Verbreitungskarte von Info Flora (rechts) zeigt dagegen alle aktuell und historisch bekannten Funde in einem 5x5 km Raster.

tive Gesamtverbreitung der Art an. Hierfür ist die Datenbank von Info Flora die Referenz, wo die Meldungen aller kantonalen und nationalen Programme und Inventare und auch die der privaten Melderinnen und Melder zusammenlaufen (Abbildung 2). Die BDM-Daten ergänzen somit die Erkenntnisse aus verschiedenen Partnerprogrammen und dienen als wichtige Referenz für verschiedene Anwendungen. Um eine Gesamtsicht auf die Biodiversitätsentwicklung zu erhalten, müssen die Erkenntnisse der verschiedenen Programme kombiniert werden (siehe Box unten und S. 34 und S. 38).

Räumliche Verdichtung

Verschiedene Analyse-Ergebnisse zeigen, dass BDM-Daten nicht nur als Gradmesser für die Biodiversität in der Normallandschaft genutzt werden können, sondern auch als Kontrollinstrument für die Wirkung von Schutz- und Fördermassnahmen (siehe z. B.

S. 32). Allerdings sind die Resultate auf hoher Flughöhe und nur mit einer geringen räumlichen Auflösung verfügbar (meist auf Ebene der biogeografischen Regionen). Das BDM kann somit generelle Hinweise liefern, die Details müssen dann aber im Rahmen von anderen spezifischen Programmen untersucht werden. Beispielsweise können die Kantone das Netz des BDM ergänzen und sich bei der Datenerhebung mit dem BAFU abstimmen (Art. 27a NHV). Die aktuelle Programmvereinbarung «Naturschutz» sieht in ihren Programmzielen Projekte zum Aufbau und Betrieb von kantonalen Monitorings vor (BAFU 2018 und 2020). Neben dem Pionierkanton Aargau erhebt der Kanton Thurgau seit 2009 die Artenvielfalt in Landschaften, und zwar auf 63 Kilometerquadraten. Das ist eine starke Verdichtung, denn von den gesamtschweizerischen Flächen liegen nur neun im Kanton (Abbildung 3) (Geisser und Hipp 2018).

Blitz-Inventare schliessen Lücken zwischen BDM und Roten Listen

Gemeinsame Analysen und Methodentests von Info Flora und BDM ergaben, dass heute die grössten Wissenslücken zur Bestandesentwicklung von Gefässpflanzen bei den mittelseltenen resp. potenziell gefährdeten Arten bestehen. Dies sind Arten, die zu selten sind, um auf den BDM-Aufnahmeflächen regelmässig gefunden zu werden, aber doch so häufig, dass sie im Rahmen der Roten Liste-Erhebungen nicht speziell untersucht werden. Um die Datenbasis für diese Arten zu verbessern, werden von Info Flora deshalb repräsentative «Blitz-Inventare» gefördert (FloraCH 2022). Auf Flächen von einer Hektare sollen Freiwillige alle Arten mit der FlorApp erheben, im Flachland möglichst mindestens zweimal zu verschiedenen Jahreszeiten. Ziel ist es, in einem regelmässigen Rhythmus die Flora der ganzen Schweiz repräsentativ zu erfassen.

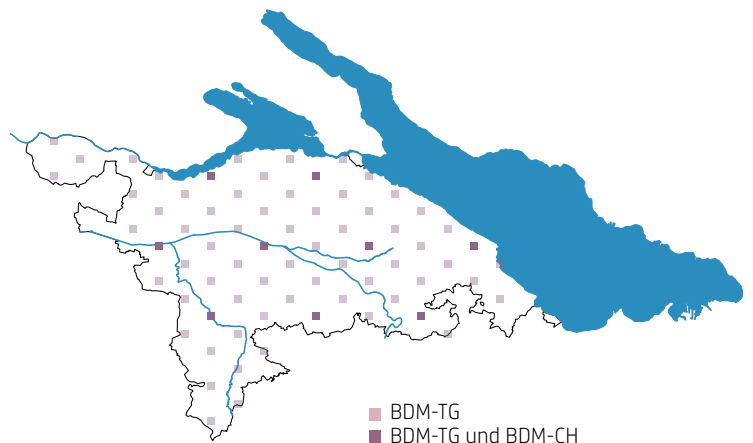


Abbildung 3: Im Kanton Thurgau wird das BDM seit 2009 mit weiteren Messflächen verdichtet, um generelle Aussagen über das ganze Kantonsgebiet machen zu können.

Die Schweiz wird eintöniger

Der Indikator «Vielfalt der Artengemeinschaften» zeigt, dass eine Zunahme der Artenzahl nicht per se positiv zu werten ist. Der Anstieg ist nämlich oftmals mit der Ausbreitung bereits häufiger Arten und dem Verlust von eher seltenen Lebensraumspezialisten verbunden, was dazu führt, dass sich die Artengemeinschaften immer mehr ähneln.

Gübte Ornithologinnen und Ornithologen, die im Auftrag der Schweizerischen Vogelwarte Sempach die Brutvögel auf den BDM-Flächen erfassen, beobachten im Mittelland bei drei Begehungen durchschnittlich 40 Vogelarten pro Kilometerquadrat. Diese Zahl nimmt gegen die Alpen hin mit zunehmender Höhe ab (Abbildung 1): In den Zentralalpen finden die Fachleute durchschnittlich nur 27 Vogelarten pro Messfläche. Heisst dies nun, dass das Mittelland biologisch vielfältiger ist als die Alpen?

Nicht unbedingt, wie der Indikator «Vielfalt der Artengemeinschaften» zeigt. Dieser steigt vom Mittelland gegen die Alpen hin an (Abbildung 2). Dies bedeutet, dass die Vogelaufnahmen auf den Messflächen im Mittelland zwar beträchtliche Artenlisten ergeben, sich aber untereinander nur wenig unterscheiden: Es sind meistens dieselben Arten für die hohe Artenzahl verantwortlich. Anders ist die Situation in den Alpen: Auf einer Messfläche werden deutlich weniger Brutvogelarten entdeckt, aber die Artenliste der benachbarten Messfläche unterscheidet sich stark, insbesondere dann, wenn der Transekt in andere Höhenlagen oder Expositionen führt.

Vielfalt der Artengemeinschaften

Dieses Beispiel veranschaulicht, dass man sich bei der Beurteilung des Zustands und der Entwicklung der Biodiversität nicht allein auf die Anzahl Arten stützen darf. Wichtig ist auch, wie ähnlich die Artengemeinschaften in einem Gebiet sind. Um diese räumlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Untersuchungsflächen auszudrücken, wird im BDM zusätzlich der Indikator «Vielfalt der Artengemeinschaften» berechnet.

Der Indikator hat einen Wert zwischen 0 und 1. Je höher die Zahl, desto unterschiedlicher sind die Artengemeinschaften. Die Entwicklung der Artengemeinschaften im Grünland ist einer der 52 sogenannten «Legislativindikatoren», mit denen die Ziele überprüft werden, welche von Bundesrat und Parlament festgelegt wurden (siehe S. 15).

Trend zur Homogenisierung

Der Indikator «Vielfalt der Artengemeinschaften» nimmt seit Messbeginn bei den Brutvögeln, Tagfaltern und Gefässpflanzen ab. Daraus lässt sich ablesen, dass sich die Artengemeinschaften insgesamt immer mehr angleichen und monotoner werden. Dieses Muster tritt meist dann auf, wenn häufige Arten häufiger und seltene Arten seltener werden oder gar verschwinden (siehe Box). Auch bei den Schnecken ist dieses Muster der Artengemeinschaften erkennbar. Eine Analyse für Wiesen und Weiden zeigt, dass es nur eine Handvoll Arten sind, die für dieses Muster verantwortlich sind. Bei zwei der Arten handelt es sich um sehr häufige Arten, die ihr Verbreitungsareal ausgedehnt haben. Es sind dies die Gemeine Glattschnecke und die Gemeine Windelschnecke (Abbildung 3). Beide Arten stellen keine besonderen Ansprüche an ihren Lebensraum. Bei den übrigen Arten handelt es sich dagegen um seltene Arten, deren Verbreitungsgebiet löchriger wird. Darunter befindet sich mit der Blanken Windelschnecke auch eine Art der Roten Liste.

Mittlere Artenzahl

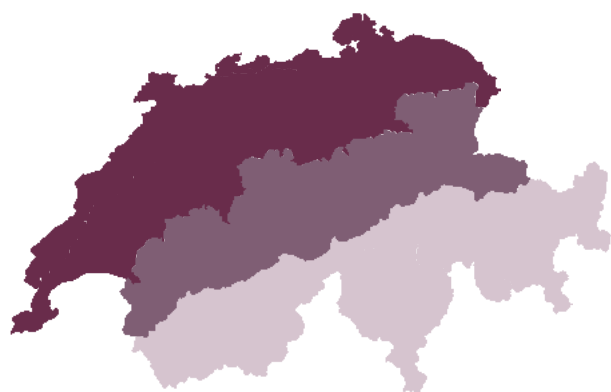


Abbildung 1: Mittlere Artenzahl von Brutvögeln auf Messflächen von einem Quadratkilometer in den biogeografischen Regionen der Schweiz. Daten von 2016–2020.

Vielfalt der Artengemeinschaften

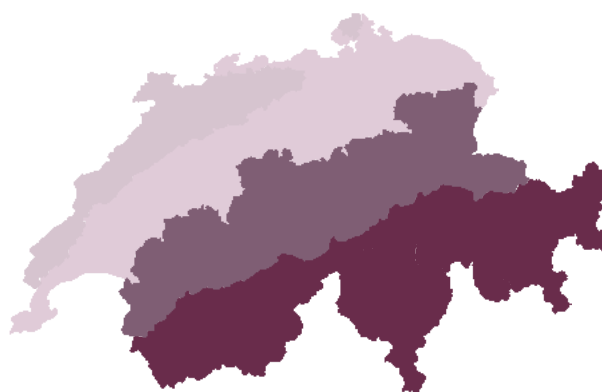


Abbildung 2: Vielfalt der Artengemeinschaften von Brutvögeln in den biogeografischen Regionen der Schweiz. Daten von 2016–2020.

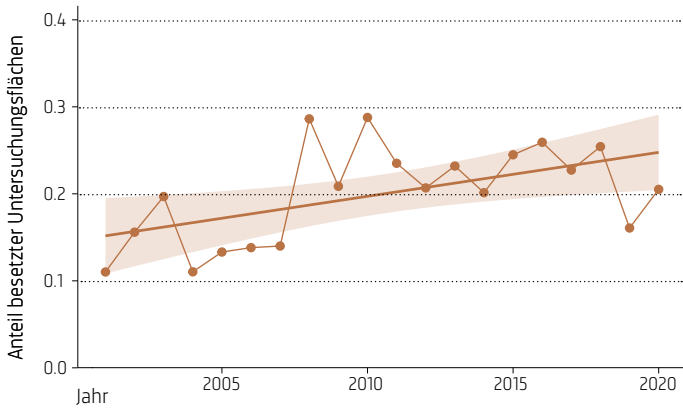
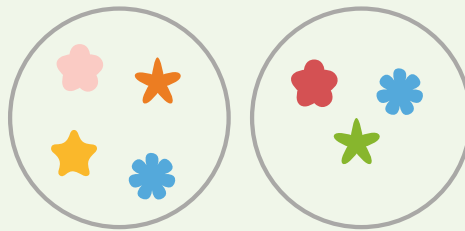


Abbildung 3: Häufigkeit von Nachweisen der Gemeinen Windelschnecke (*Vertigo pygmaea*). Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95%-Vertrauensbereich. Die Schneckenart lebt sowohl in feuchten Wiesen als auch in wärmeliebenden Trockenrasen. Die Zunahme dieser relativ häufigen Art führt zu einer Abnahme der Vielfalt der Artengemeinschaften. Foto Nico Heer

Was bedeutet der Indikator «Vielfalt der Artengemeinschaften»?

Die Artenzahl und die Vielfalt der Artengemeinschaften bilden jede für sich allein betrachtet nur einen Teil der Art-Diversität in einer Landschaft ab. Eine besonders hohe Vielfalt wird erst dann erreicht, wenn pro Fläche möglichst viele Arten vorkommen UND die Überlappung der Artenlisten zwischen den Aufnahmeflächen gering ist. Mit einem einfachen Rechenbeispiel lässt sich dies zeigen: Bei der Artenzahl wird für jede Fläche separat die Anzahl der Arten gezählt. Der Indikatorwert ergibt sich aus dem Mittelwert dieser Artenzahlen (siehe rechts).



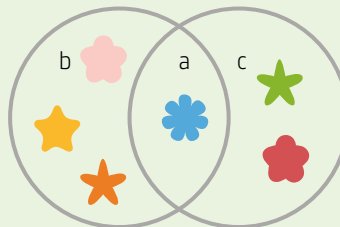
Artenzahl
Mittelwert aus den Zahlen nachgewiesener Arten pro Fläche

$$\frac{4 + 3}{2} = 3.5$$

Zur Berechnung der Vielfalt der Artengemeinschaften wird hingegen die Artenliste (Präsenz-Absenz-Angaben) zweier Stichprobenflächen miteinander verglichen. Dabei wird der Anteil der unterschiedlichen Arten mit dem Simpson-Index berechnet (Koleff et al. 2003) (siehe rechts).

Dabei ist a die Zahl der Arten, die auf beiden Flächen vorkommen, und b respektive c ist die Zahl der Arten, die nur auf einer der beiden Flächen vorkommen. Das gleiche Vorgehen kommt bei allen möglichen Kombinationen von zwei Stichprobenflächen zum Tragen. Der Mittelwert aller berechneten Indexwerte ergibt den Wert des Indikators.

Ein Indikatorwert von 1 bedeutet eine maximale Vielfalt der Artengemeinschaften. Er liegt – rein hypothetisch – vor, wenn keine Art auf zwei miteinander verglichenen Flächen zweimal vorkommt. Ein Indikatorwert nahe bei 0 bedeutet, dass die Artengemeinschaften sehr einheitlich sind. Die Berechnung ist vom Prinzip her zwar einfach, wegen der vielen Vergleiche aber rechenaufwändig.



Vielfalt der Artengemeinschaften (Simpson-Index)

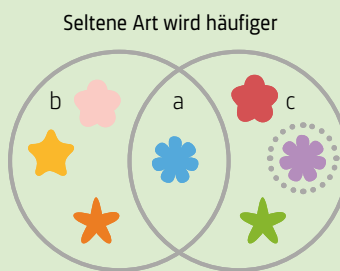
$$\frac{\text{Minimum (b,c)}}{\text{Minimum (b, c) + a}}$$

$$\frac{2}{2 + 1} = 0.67$$

Was passiert nun, wenn sich die Artenzusammensetzung im Verlauf der Zeit ändert? In den beiden Grafiken rechts sind zwei Szenarien dargestellt:

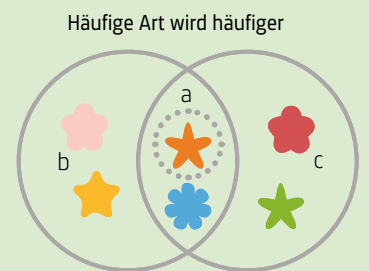
Im linken Szenario wurde eine seltene Art häufiger und taucht somit neu auf einzelnen Flächen auf. Im Beispiel ist die markierte Art in der rechten Fläche neu aufgetaucht. Im Vergleich zum Ausgangszustand in der Grafik weiter oben steigt die mittlere Artenvielfalt von 3.5 auf 4.0 Arten. Gleichzeitig werden auch die Artengemeinschaften vielfältiger, der Simpson-Index steigt von 0.67 auf 0.75.

Im rechten Szenario wird hingegen eine häufige Art häufiger. Die markierte Art wandert in der rechten Fläche ein, auf der linken Fläche kommt sie wie schon im Ausgangszustand weiterhin vor. Auch in diesem Szenario steigt die mittlere Artenvielfalt von 3.5 auf 4.0 Arten. Jedoch werden dadurch die Artengemeinschaften ähnlicher und der Simpson-Index sinkt von 0.67 auf 0.5. Die beiden dargestellten Szenarien wirken sich also identisch auf die Artenvielfalt, aber gegensätzlich auf den Simpson-Index aus.



Mittlere Artenzahl = $\frac{4 + 4}{2} = 4.0$

Simpson-Index = $\frac{3}{3 + 1} = 0.75$



Mittlere Artenzahl = $\frac{4 + 4}{2} = 4.0$

Simpson-Index = $\frac{2}{2 + 2} = 0.50$

Ursachenanalyse im Wald

Die Artenvielfalt von Schnecken und Moosen im Wald nimmt kontinuierlich zu. Die Kombination von Daten aus dem Schweizer Landesforstinventar LFI und dem BDM, welche auf einem überlappenden Stichprobennetz erhoben werden, bietet die Möglichkeit, den Gründen für diese Veränderungen auf die Spur zu kommen.

Der Wald ist ein wichtiger Lebensraum: Von den in der Schweiz vorkommenden Tier- und Pflanzenarten leben rund 40 % im oder vom Wald. Veränderungen der Biodiversität im Wald sind daher von speziellem Interesse.

Daten des BDM zeigen, dass die mittlere Artenzahl bei den Moosen und Schnecken im Wald seit Messbeginn 2001 zugenommen hat (Abbildung 1). Bei den Gefässpflanzen kann dagegen kein derartiger Trend festgestellt werden. Die besonders starke Zunahme der Artenvielfalt von Schnecken geht vor allem auf die Ausbreitung von häufigen und bereits weit verbreiteten Arten zurück. Stark angestiegen ist bei den Schnecken auch die Anzahl Individuen pro Messfläche. Es stellt sich die Frage, was diese Trends verursacht.

Einfluss der Waldstruktur

Das Schweizer Landesforstinventar LFI erhebt unter anderem Daten zur Waldfläche, zur Stammzahl, zum Holzvorrat, zum Zuwachs und zur Nutzung. Mit dem kombinierten Datensatz von LFI und BDM lässt sich für jede Messfläche direkt prüfen, ob die Veränderung der Artenvielfalt mit einer im Lauf der Zeit veränderten Waldstruktur einhergeht.

Die Resultate zeigen, dass sich die Anzahl Gefässpflanzen einer Messfläche merklich verringert, wenn dort die Bestandsdichte der Waldbäume zunimmt (Tabelle 1, S. 21). Dies ist auch dann der Fall, wenn nur walddtypische Pflanzenarten betrachtet werden.

Bei den Moosen hingegen verhält es sich genau umgekehrt: Die Vielfalt walddtypischer Moosarten nimmt dort zu, wo Wälder dichter und damit schattiger werden. Ausserdem verzeichnen BDM-Messflächen mit einem inzwischen verringerten Nadelholzanteil

einen Zuwachs an Gefässpflanzenarten. Dieser Trend beschränkt sich auf Wälder der kollinen und montanen Stufe, wo Laubbäume natürlicherweise vorherrschend sind.

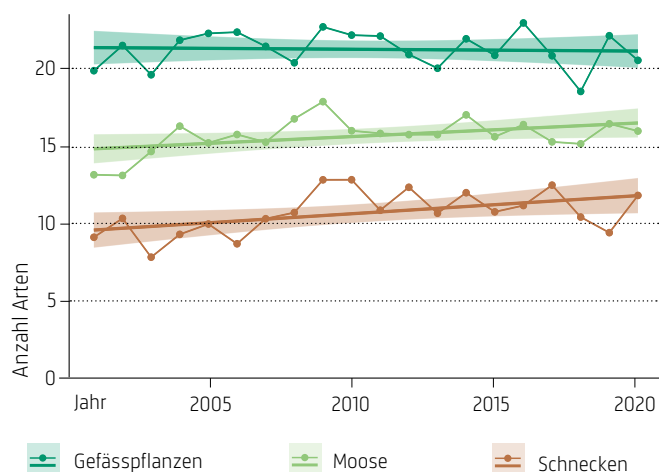
Bei den Schnecken beschränkt sich die Zunahme der Artenzahl auf die walddtypischen Arten. Überraschend deutlich ist der Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Anzahl gefundener Schneckenindividuen und der Zunahme des Totholzangebots im direkten Umfeld der BDM-Messfläche.

Einfluss von Umweltveränderungen

Die fünf Waldmerkmale Totholz, Bestandesdichte, Strauchschicht-Deckung, Bestandesalter und Nadelholz sind für die Artenvielfalt besonders wichtig. Ausser dem Totholz haben sich diese in den letzten Jahren kaum verändert (Brändli et al. 2020). Der deutliche Anstieg der walddtypischen Moos- und Schneckenarten lässt sich damit nur teilweise erklären. Es muss also noch andere Ursachen geben. In Frage kommen vor allem grossräumig auftretende Umwelteinflüsse, die unabhängig von der Waldbewirtschaftung wirken, etwa die Klimaveränderung sowie die Deposition von Stickstoff aus der Luft und die damit verbundenen Veränderungen des Nährstoffangebots, des pH-Werts und der Feuchtigkeit im Boden. All diese Faktoren wirken auf komplexe Weise auf Lebensräume und Organismen. Die BDM-Daten geben einige Hinweise auf mögliche Treiber für die Trends bei der Artenvielfalt:

> Die Artenzahlen sind kontinuierlich angestiegen und nicht sprunghaft. Ein Extremereignis (Trockenjahr, Spätfrost, Orkan) kommt also als Ursache weniger in Frage.

Trend für alle Arten im Wald



Trend für typische Waldarten

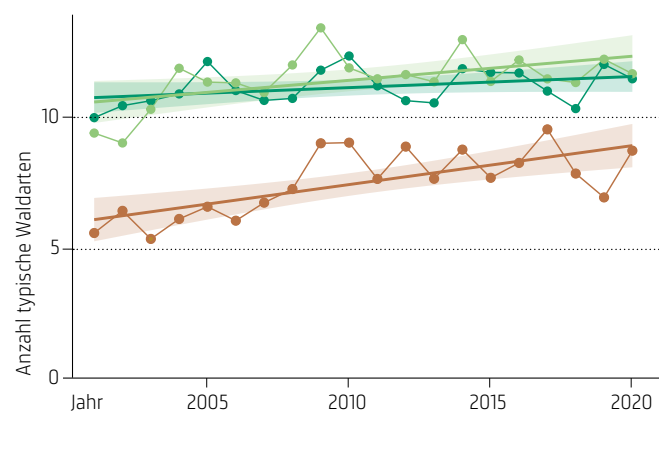


Abbildung 1: Entwicklung der Artenvielfalt von Gefässpflanzen, Moosen und Schnecken auf 534 im Wald gelegenen BDM-Messflächen von je 10 m² Ausdehnung. Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95%-Vertrauensbereich.

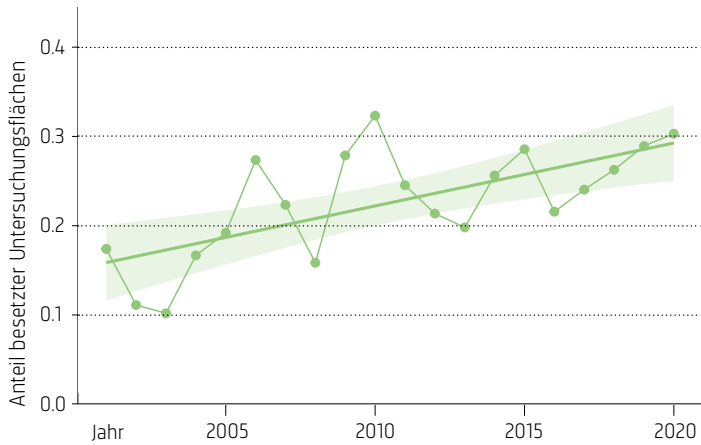


Abbildung 2: Deutliche Zunahme beim Anteil besetzter Messflächen mit dem Gewöhnlichen Gabellebermoos (*Metzgeria furcata*). Die Punkte bezeichnen Jahresmittelwerte der Messflächen im Wald. Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95 %-Vertrauensbereich. Foto Heike Hofmann, swissbryophytes

- > In der Analyse der Zeigerwerte der Gefässpflanzen zeigt sich, dass sich die Standortbedingungen im Wald im Mittel verändert haben. Laubwälder sind nährstoffreicher, dunkler und feuchter geworden. Letzteres könnte Moose und Schnecken begünstigen. Nadelwälder dagegen zeigen keinen entsprechenden Trend in der Feuchtigkeit, die Schnecken nehmen aber gleichermassen zu. Sowohl im Laubwald als auch im Nadelwald hat sich der pH-Wert, gemessen anhand der mittleren Reaktionszahl der Gefässpflanzen, leicht erhöht. Da bekannt ist, dass Boden-pH und Schneckenvielfalt zusammenhängen, dürfte dies mit ein Grund dafür sein, dass die Schneckenfauna vielfältiger geworden ist.
- > Die Deposition von Stickstoff aus der Luft hat in den letzten Jahren eher abgenommen. Trotzdem liegt sie vor allem in den tieferen Lagen oftmals noch über dem Wert, der für die Biodiversität kritisch ist (sog. Critical Load, siehe S. 35). Die weiterhin hohen Depositionsraten können zu einem Anstieg der Nährstoffverfügbarkeit führen, welche sich positiv auf die Moosflora auswirkt. Insbesondere für epiphytisch wachsende Moose ist die Stickstoffdeposition ein wichtiger Faktor, da sie am Standort

nicht durch Gefässpflanzen konkurrenziert werden. Diese Moose profitieren zudem auch besonders vom Rückgang der Schwefeldioxid-Belastung der Luft (Frahm 2009). So erstaunt es nicht, dass sich seit Messbeginn im BDM die Anzahl epiphytischer Moosarten pro Aufnahmeffläche deutlich erhöht hat. Ein Beispiel für eine solche Art ist das Gewöhnliche Gabellebermoos, bei dem sich der Anteil der besetzten Messflächen im Zeitraum von 20 Jahren insgesamt verdoppelt hat (Abbildung 2).

Wertvolle Hinweise auf Veränderungen im Wald

Das BDM untersucht mit seinem Messnetz «Land-Lebensräume» (siehe S. 10) eine Auswahl an Organismengruppen, die bodengebunden leben oder zumindest nur dort erfasst werden. Für den Wald besonders typische Organismengruppen wie Pilze, Flechten und Holzkäfer, die auch weit oben im Bestand an Stämmen und in Baumkronen leben, liefert das BDM keine Daten. Die BDM-Daten können den Zustand der Biodiversität in Schweizer Wäldern somit zwar nicht umfassend beschreiben, liefern aber dennoch wertvolle Hinweise auf Lebensraumveränderungen.

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen der Veränderung eines Merkmals der Waldstruktur und der Veränderung der Artenzahl von Gefässpflanzen, Moosen und Schnecken bzw. der Individuenzahl von Schnecken auf derselben Messfläche.

↗ = signifikant positiver Zusammenhang bzw. Zunahme, p < 0.05
 ↘ = signifikant negativer Zusammenhang bzw. Abnahme, p < 0.05
 (↗) = schwacher Zusammenhang, p < 0.1

Merkmale der Waldstruktur nach LFI	Zusammenhang zwischen Veränderung Waldmerkmal und Veränderung Artenvielfalt						
	Gefässpflanzen		Moose		Schnecken		
	Alle Arten	Typische Waldarten	Alle Arten	Typische Waldarten	Alle Arten	Typische Waldarten	Individuen
Totholzvorkommen gesamt						↗	↗
Bestandesdichte	↘	↘		↗			
Strauchschicht-Deckungsgrad		(↗)			(↗)		
Bestandesalter	↘			(↗)			
Anteil Laubholz vs. Nadelholz	↗						

* gemäss der ökologischen Gruppierung von Landolt et al. 2010

Unterschiedliche Trends im Berggebiet

Für viele Biodiversitätstrends in den höheren Lagen der Schweiz sind die Ursachen noch unklar. Ein Teil der Trends bei den Tagfaltern und Gefässpflanzen steht in Zusammenhang mit der aufgegebenen oder stark reduzierten Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden.

Rund zwei Drittel der Landesfläche der Schweiz liegen im Berggebiet. Die dortigen Lebensräume sind oft sehr artenreich. In den Alpen werden bei den Tagfaltern beispielsweise rund 45 Tagfalterarten pro Messfläche (1 km²) gezählt, im Mittelland sind es dagegen nur 26.

Indizien für Nutzungsaufgabe

Höhere Lagen beherbergen eine spezialisierte Flora und Fauna. Bei den Tagfaltern sind aber genau diese Arten in Bedrängnis geraten, was unter anderem mit der Klimaerwärmung in Verbindung gebracht wird (siehe S. 26).

Es gibt jedoch regionale Unterschiede: Besonders starke Abnahmen der Artenzahlen werden im nördlichen Tessin sowie in den Bündner Südtälern verzeichnet (Kipfer et al. 2020), also in Gebieten, von denen bekannt ist, dass sich Waldflächen aufgrund der Nutzungsaufgabe ausdehnen (Abbildung 1). Neben dem Klimawandel dürften also auch Veränderungen in der Landnutzung einen wesentlichen Einfluss auf die Artenvielfalt der Tagfalter haben.

Auch bei den Gefässpflanzen werden in den Bergen Veränderungen der Artengemeinschaften beobachtet. Hinweise darauf, wodurch solche Veränderungen verursacht werden, ergeben sich aus der Analyse der ökologischen Zeigerwerte. Diese geben Auskunft darüber, unter welchen Standortverhältnissen (Licht, Nährstoffverfügbarkeit, Feuchtigkeit, Temperatur etc.) eine Pflanzenart optimal gedeiht. Verändert sich der durchschnittliche Zeigerwert einer Artengemeinschaft, deutet dies auf veränderte Standortverhältnisse hin (Abbildung 2).

Im Sömmerungsgebiet sinkt der durchschnittliche Licht-Zeigerwert. Das bedeutet, dass lichtbedürftige Arten verschwinden und die Pflanzenbestände dichter werden. Dabei zeigen vor allem abgelegene Flächen eine Abnahme des Licht-Zeigerwertes, während der Anteil an Verbruchszeigern leicht zunimmt. Beides sind Indizien für eine Nutzungsaufgabe.

Gegenläufige Trends

In den tieferen Lagen des Berggebiets nimmt der Licht-Zeigerwert hingegen leicht zu. Unter den Arten, welche für diese Zunahme verantwortlich sind, befinden sich neben typischen Wiesenpflanzen auch weit verbreitete und häufige Störungszeiger, beispielsweise der Feld-Ehrenpreis, der Kriechende Hahnenfuss und die Gersten-Trespe. Sie gelten als Lückenfüller in Wiesen und Weiden. Ihr Auftreten könnte in Zusammenhang stehen mit vermehrtem Mähen oder stärkerer Beweidung, bei der offene Bodenstellen entstehen.

Allerdings schlägt sich die damit postulierte Nutzungsintensivierung nicht im Nährstoff-Zeigerwert nieder. Dieser ist zwar in den tieferen Lagen natürlicherweise höher als bei den stark spezialisierten Pflanzengesellschaften des Sömmerungsgebiets, hat sich seit 2001 aber kaum verändert.

Insgesamt sind die Auswirkungen von Nutzungsveränderungen auf die Artengemeinschaften im Berggebiet noch wenig erforscht. Hinzu kommt, dass es innerhalb der einzelnen landwirtschaftlichen Zonen gegenläufige Trends gibt. Verallgemeinernde Aussagen über die ganzen Zonen hinweg sind deshalb wenig sinnvoll.

Um den Einfluss der Nutzungsintensität auf die Artenvielfalt zu untersuchen, sollten nicht nur indirekte Merkmale wie die landwirtschaftlichen Zonen, die Ablegenheit oder die Neigung des Geländes berücksichtigt werden, sondern auch direkte Angaben zur Veränderung der Nutzungsintensität. Solche lassen sich etwa mit den immer besser aufgelösten und flächendeckenden Messungen via Satelliten oder Flugzeuge machen. Diese Daten könnten es in naher Zukunft erlauben, die Veränderungen im Berggebiet besser zu verstehen.



Abbildung 1: Untersuchungsfläche in Santa Maria im Calancatal (GR) im Jahr 2005 (links) und 2020 (rechts). Die Zunahme des Fichtenjungwuchses und das Verbuschen der Mähwiese mit Adlerrarn führt dazu, dass sich die Lebensraumqualität für Tagfalter verschlechtert. Fotos Stiftung documenta natura (links), Beat Ernst (rechts)

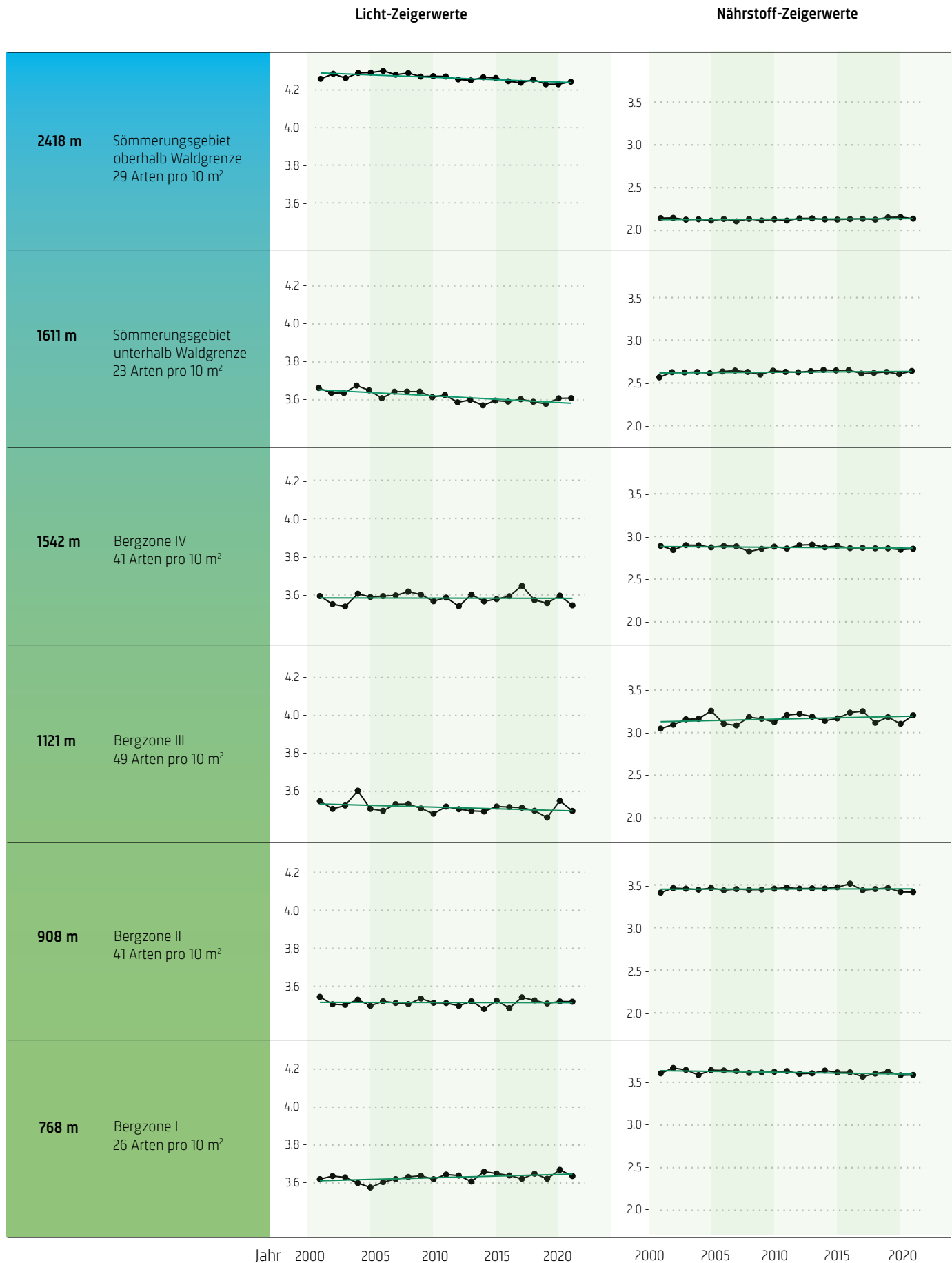


Abbildung 2: Veränderung des mittleren Licht-Zeigerwertes (linke Grafikspalte) und des mittleren Nährstoff-Zeigerwerts (rechts) der Pflanzenaufnahmen im Offenland gemäss Flora indicativa (Landolt et al. 2010). Ein hoher Licht-Zeigerwert bedeutet, dass viele lichtbedürftige Arten vorkommen, während ein tiefer Zeigerwert darauf hindeutet, dass auch schattentolerante Arten die Artengemeinschaft prägen. Ein hoher Nährstoff-Zeigerwert deutet auf Arten hin, die auf eine hohe Nährstoffverfügbarkeit angewiesen sind, während ein tiefer Wert entsteht, wenn konkurrenzschwache Arten dominieren, die auch auf nährstoffarmem Substrat gedeihen können. Die Stufen beziehen sich auf die Zonen gemäss Landwirtschaftlicher Zonen-Verordnung (SR 912.1). Diese umfassen neben Stufe sowie die durchschnittliche Artenzahl pro Aufnahme­fläche.

Ambivalente Sicht auf die Siedlungsnatur

Im Siedlungsraum ist die Artenvielfalt überraschend gross. Typische Artengemeinschaften gibt es allerdings ausser bei den Moosen keine. Der Anteil an nicht-einheimischen Arten steigt hier überdurchschnittlich stark an.

Denkt man an Städte und Siedlungen mit ihren überbauten Flächen aus Stein und Beton, vermutet man keine allzu grosse Artenvielfalt. Betrachtet man jedoch die Grünräume und Spezialstandorte im Siedlungsraum etwas genauer, lässt sich eine erstaunlich hohe Artenvielfalt feststellen. Die Daten des BDM zeigen sogar, dass die Artenzahl der Gefässpflanzen im Siedlungsraum im Durchschnitt höher ist als im Landwirtschaftsgebiet oder im Wald (Abbildung 1). Auch bei den Moosen und Schnecken finden sich durchschnittlich mehr Arten zwischen den Gebäuden als auf landwirtschaftlich genutzten Flächen; die hohen Artenzahlen des Waldes werden bei diesen Gruppen jedoch nicht erreicht.

Arten der Wiesen und Weiden

Doch welche Arten sind für die vergleichsweise hohen Artenzahlen verantwortlich? Bei den Gefässpflanzen gibt es eine Vielzahl von Arten, die an die speziellen Standortbedingungen im Siedlungsraum wie Tritt, häufiges Mähen, hoher Nährstoffeintrag oder starkes Austrocknen (z. B. in Pflasterritzen) angepasst sind.

Die Vermutung, dass sich im Siedlungsraum allgemein vor allem spezialisierte Artengemeinschaften einstellen, kann allerdings nur teilweise bestätigt werden. Bei den Gefässpflanzen wie auch bei den Schnecken entsprechen die Artengemeinschaften im Siedlungsraum weitgehend denjenigen im Landwirtschaftsgebiet. Einzig bei den Moosen scheint es eine siedlungstypische Zusammensetzung zu geben. Dies könnte daran liegen, dass im Siedlungsgebiet der Anteil gesteinsgebundener Arten deutlich höher ist. Ein Beispiel ist das Silber-Birnmoo. Die licht- und wärmebedürftige Art kommt bis in die Innenstädte vor und wächst auch zwischen Pflastersteinen, in Ritzen im Asphalt oder in Fugen von Natursteinmauern.



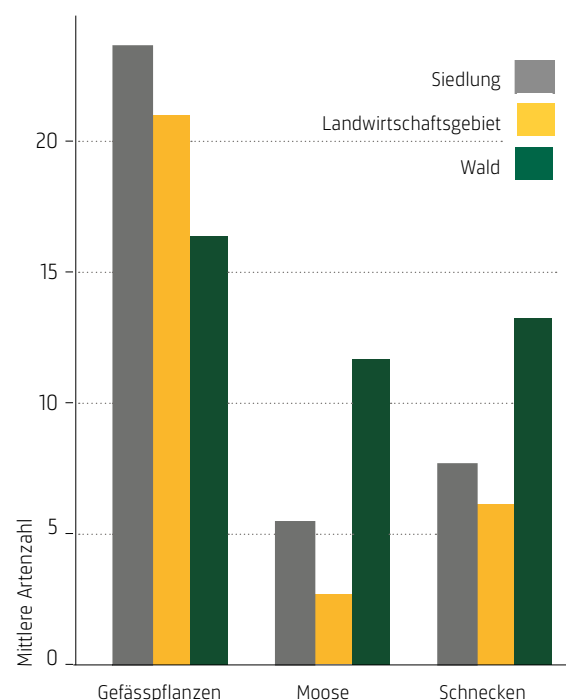
Abbildung 1: Im BDM werden auch Aufnahmen mitten im Siedlungsgebiet durchgeführt und unter anderem die Artenvielfalt auf öffentlichen Grünflächen wie Spielplätzen oder Parkanlagen erfasst. Im Vergleich zu Aufnahmen im Landwirtschaftsgebiet oder im Wald sind diese Flächen durchaus artenreich. Für die Grafik berücksichtigt wurden nur Aufnahmeflächen unterhalb von 750 m ü. M. und Flächen, die nicht komplett versiegelt waren. Foto Beat Ernst

Immer mehr Neobiota

Seit Messbeginn hat die mittlere Artenzahl der drei Organismengruppen auf Siedlungsflächen, die nicht vollständig versiegelt sind, zugenommen. Bei den Gefässpflanzen sind es insbesondere wärmeliebende und trockenheitstolerante Arten, die sich hier ausbreiten (Heer 2021), darunter befinden sich auch nicht-einheimische Arten (sog. Neophyten) aus südlicheren Gefilden. Dieser Umstand rückt die vermeintlich positive Entwicklung der Artenzahl in ein etwas anderes Licht.

Zwar machen die Neophyten erst einen geringen Anteil der Artenvielfalt aus, jedoch nimmt dieser schweizweit stark zu. Neophyten sind hier breit gefasst und umfassen nicht nur die invasiven Neophyten, welche bekanntlich die grössten Probleme verursachen. Die Ausbreitung von Neophyten steht in engem Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten, durch die bewusst (beispielsweise durch Ansaaten oder durch Anpflanzen) oder unbewusst (beispielsweise durch Verschleppung von Samen) neue Arten ausgebracht werden.

Auch unter den Schnecken gibt es neu auftretende Arten. Ein Beispiel ist die Kantige Laubschnecke, die ursprünglich aus Italien und angrenzenden Gebieten stammt und sich in ganz Europa rasant ausbreitet (Fischer 2010, Neiber und Haack 2019). Die Art kommt oft in vom Menschen beeinflussten Lebensräumen vor, beispielsweise in Gärten, Parkanlagen und Friedhöfen, an Ruderalstandorten sowie in der Umgebung von Fliessgewässern. Es wird vermutet, dass sie mit Pflanzenerde verschleppt wird.



BDM-Teams Gefässpflanzen und Moose



Ab April schwärmen die Mitarbeitenden des Botanik-Feldteams aus, um bis in die abgelegensten Winkel der Schweiz zu fahren und die Artenvielfalt zu erfassen. Ein grosser Teil unter ihnen ist schon seit den ersten Jahren beim BDM mit dabei. Die Arbeitsutensilien der Feldmitarbeitenden

sind eine spezielle Lupe mit Licht für das Feststellen kleinster Pflanzenmerkmale bei der Pflanzenbestimmung sowie ein Smartphone zur Eingabe der Daten in die BDM-App. Foto Beat Ernst



Aus dem Messnetz «Land-Lebensräume» bringen die Mitarbeitenden des Botanik-Feldteams etliche Briefumschläge mit Moosproben mit, welche durch ein Team von Bryologinnen und Bryologen bestimmt werden.

Gearbeitet wird mit Stereolupe und Mikroskop, um die oftmals winzigen Merkmale der Moospflanzen zu untersuchen, die für die genaue Bestimmung notwendig sind. Foto Beat Ernst

Der Klimawandel betrifft alle Organismengruppen

Durch die Klimaerwärmung dehnen tendenziell diejenigen Arten ihre Verbreitungsareale aus, die höhere Temperaturen bevorzugen, während sich Arten zurückziehen, die an tiefe Temperaturen angepasst sind. Sehr mobile Arten wie die Tagfalter und die Gewässerinsekten reagieren rascher als Gefässpflanzen und Moose.

Die Folgen des Klimawandels sind in der Schweiz mess- und spürbar. Seit 1864 ist die mittlere Temperatur bei uns um fast 2 Grad Celsius gestiegen. Welche Auswirkungen hat diese Umweltveränderung auf die Artenvielfalt?

Areale dehnen sich aus

Bei den im BDM untersuchten Organismengruppen kann ein Höherwandern festgestellt werden, wobei die beobachteten Veränderungen bei den terrestrischen Organismengruppen geringer sind als dies aufgrund des Temperaturanstiegs zu erwarten wäre (Abbildung 1). Einzelne Arten sind aber nicht nur in die Höhe gestiegen, sondern haben ihr Verbreitungsareal – teils massiv – ausgeweitet.

Ein bekanntes Beispiel ist der Kurzschwänzige Bläuling, der zu Beginn der Erhebungen sehr selten war, mittlerweile aber weite Teile des Juras und Mittellands besiedelt. Seine Expansion war nur dank der Tatsache möglich, dass die Frasspflanzen seiner Raupen aus der Familie der Schmetterlingsblütler in den meisten Gebieten häufig sind. Es gibt verschiedene weitere südliche Tagfalterarten, die es dem Kurzschwänzigen Bläuling gleichtun, wie etwa der Karstweissling oder der Weisse Waldportier.

Auch bei den anderen Organismengruppen gibt es etliche wärmeliebende Arten, die sich seit Messbeginn deutlich ausgebreitet haben. Bei den Moosen ist beispielsweise das Steifblättrige Katharinenmoos zu nennen. Die licht- und wärmeliebende Art kommt hauptsächlich auf der Alpensüdseite vor. Sie ist typisch für lichte Kastanien- und Eichenwälder und besiedelt Böschungen und lückige Trockenrasen. Seit 2001 haben die Nachweise stark zugenommen.

Bei den Gefässpflanzen sind insbesondere wärmeliebende Arten ruderaler Standorte auf dem Vormarsch. Ein eindrückliches Beispiel ist der Gekielte Ackersalat, der in den letzten 20 Jahren vor allem im östlichen Mittelland häufiger geworden ist (Abbildung 2).

Früher aktiv

Die Klimaerwärmung wirkt sich nicht nur auf die Verbreitung von Arten aus, sondern auf den gesamten Lebenszyklus im Jahresverlauf, die sogenannte Phänologie. Bei den Tagfaltern können

solche Phänologie-Verschiebungen analysiert werden, da bei dieser Organismengruppe je nach Höhenstufe bis zu sieben Begehungen pro Jahr verteilt über die gesamte Flugzeit durchgeführt werden.

Ein warmer Frühling begünstigt die Entwicklung vieler Arten, da die Raupen früher ein grösseres Nahrungsangebot finden und sich schneller entwickeln können. Beim Braunen Waldvogel beispielsweise hat sich der Entwicklungszyklus in den drei Hitzesommer-Jahren (2003, 2015 und 2018) um rund zwei Wochen ververschoben (Abbildung 3) (BAFU et al. 2019). Mit dem BDM können also bei den Schmetterlingen auch Verschiebungen der Phänologie festgestellt werden.

Bei einigen Tagfalterarten kann eine zu frühe Entwicklung nachteilig sein: Wenn die Raupen schlüpfen, bevor die Futterpflanzen genügend Biomasse gebildet haben oder die Falter fliegen, bevor die Nektarpflanzen blühen, kann das für das Überleben fatale Folgen haben.

Gebirgsarten unter Druck

Der Klimawandel führt bei vielen Arten zu einer Zunahme der Populationsgrössen und einer Ausweitung ihrer Verbreitungsareale. Doch gilt dies für alle Arten? Zur Beantwortung dieser Frage lohnt sich ein Blick ins Gebirge: Bei den Tagfaltern nimmt die Anzahl der Hochgebirgsarten leicht ab, während bei den Gebirgspflanzen eine Zunahme zu beobachten ist.

Für mehrere Tagfalterarten, die für das Gebirge typisch sind, hat die Schweiz eine besondere Verantwortung. Einige dieser Gebirgsspezialisten sind allerdings seltener geworden. Dazu gehört der Gletscherfalter. Er kann in kurzrasigen und steinigen Alpweiden bis 3000 m ü. M. angetroffen werden und ist mit seiner marmorierten Flügelunterseite perfekt getarnt im felsigen Lebensraum. Ihn konnte man nur noch in 29 Untersuchungsflächen feststellen – von einst deren 43. Im Hitzesommer 2018 wurde zudem auch ein massiver Einbruch bei den Individuenzahlen beobachtet (BAFU et al. 2019).

Auch der Alpen-Apollo ist tendenziell im Rückgang begriffen (Abbildung 4). Von den einst 44 Vorkommen auf BDM-Transekten wurden zuletzt nur noch 32 bestätigt. Interessanterweise betreffen

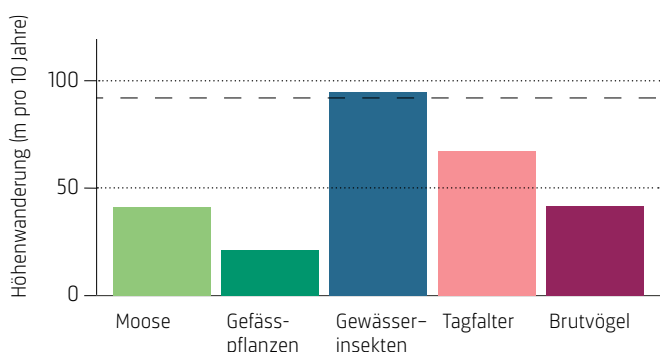


Abbildung 1: Durchschnittliche Höhenwanderung der Organismengruppen. Dieser Wert leitet sich aus der Zunahme des mittleren Temperatur-Zeigerwerts der beobachteten Arten innerhalb von 10 Jahren ab. Als Vergleich: Die durchschnittliche Lufttemperatur nahm derart zu, dass Standorte gleicher Temperatur heute 92 m höher liegen als noch vor 10 Jahren (gestrichelte Linie).

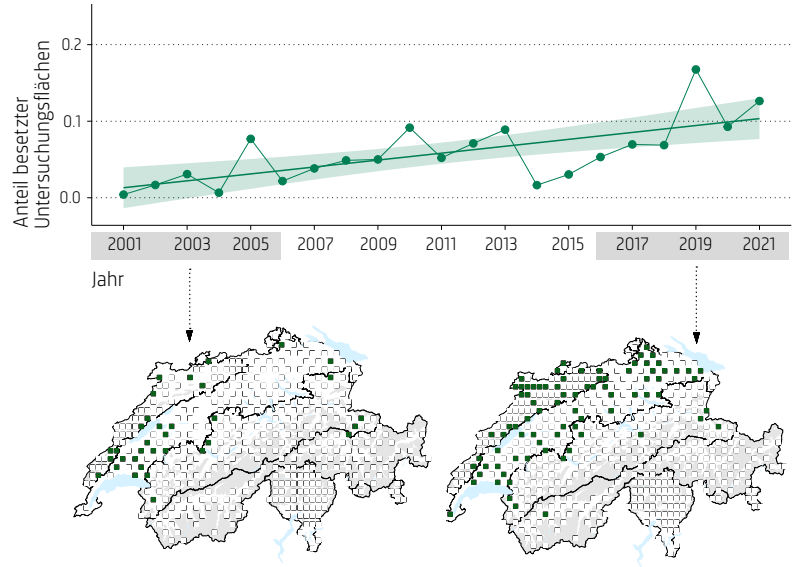


Abbildung 2: Ausbreitung des Gekielten Ackersalats (*Valerianella carinata*) zwischen 2001 und 2021 in der Schweiz. Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95%-Vertrauensbereich. Foto Thomas Stalling

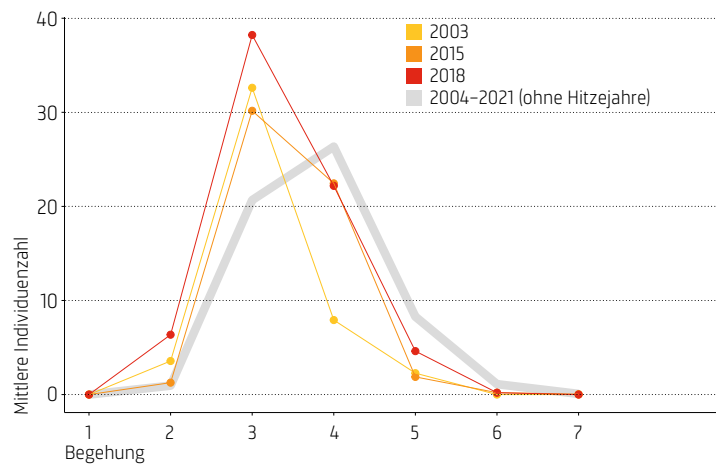


Abbildung 3: Veränderungen der Phänologie am Beispiel des Braunen Waldvogels (*Aphantopus hyperantus*) in den Hitzejahren 2003, 2015, 2018 im Vergleich zu den übrigen Jahren. Jeder Tagfalter-Transect wird in tieferen Lagen zwischen Anfang Mai und Anfang September 7 mal pro Jahr begangen (in höheren Lagen in einer verkürzten Periode nur 4 mal). Tageszeit und Wetterbedingungen zum Durchführen der Aufnahmen sind genau vorgeschrieben, dazu gehört auch die Temperaturmessung zu Beginn einer Aufnahme. Foto Tobias Roth

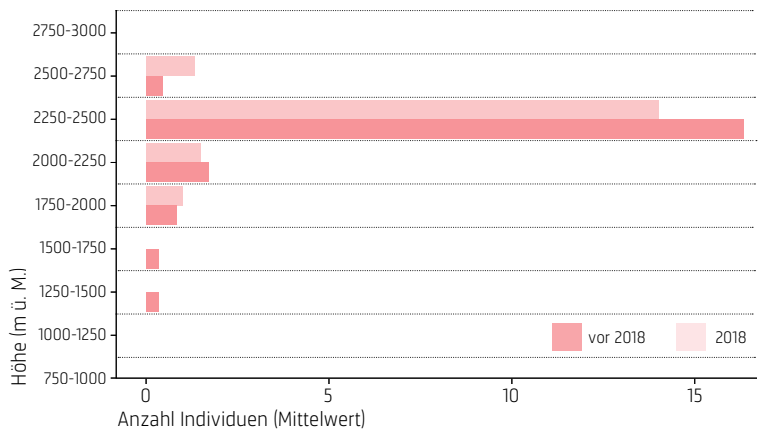


Abbildung 4: Höhenverbreitung des Alpen-Apollo (*Parnassius phoebus*) 2018 und in früheren Erhebungen (2003, 2008 und 2013). Der Alpen-Apollo konnte im Hitzesommer 2018 in seinen tiefsten BDM-Vorkommen überhaupt nicht mehr nachgewiesen werden. Foto Thomas Marent

die fehlenden Nachweise vor allem Vorkommen am unteren Rand der Höhenverbreitung. Dies führt zur Vermutung, dass der Klimawandel dem emblematischen Alpenendemiten zusetzt. An verfügbarem Raupenfutter kann es nicht liegen, denn die häufigste Nahrungspflanze der Raupe ist der Bewimperte Steinbrech, welcher an Bachrändern und in Quellfluren in den Alpen sehr weit verbreitet ist.

Dass Tagfalterarten, die eher kühlere Lebensräume bevorzugen, abnehmen, wird auch durch den negativen Trend beim Tagfalterindex bestätigt, der für 22 Kältezeiger berechnet wurde (vgl. S. 40) (Roth et al. 2021). Neben dem Klimawandel dürften aber auch andere Faktoren eine entscheidende Rolle spielen für den Rückgang von Arten im Alpenraum, beispielsweise die Nutzungsaufgabe von Wiesen und Weiden, was zu einer Vergandung und schlussendlich zu Verwaldung führt (siehe S. 22).

Gewässerinsekten reagieren rasch

Der Klimawandel zeigt sich nicht nur an Land, sondern auch in den Gewässern. Tiefgelegene und entsprechend wärmere Gewässer beherbergen natürlicherweise mehr Gewässerinsekten als hochgelegene und kühlere Bäche (Hutter et al. 2019). Deshalb ist es nicht erstaunlich, dass die Artenzahlen bei den Eintags- und Köcherfliegenlarven aufgrund der Klimaerwärmung eher ansteigen (siehe S. 30). Diese beiden Ordnungen kommen hauptsächlich in tieferen Lagen vor und sind wärmebedürftiger als die Steinfliegenlarven. Ähnlich wie bei den Gebirgsspezialisten unter den Tagfaltern gibt es auch bei den Gewässerinsekten kälteliebende Arten, die weniger gut mit den Auswirkungen des Klimawandels zurechtkommen.

Seit Messbeginn steigt der mittlere Temperatur-Zeigerwert bei den Eintags-, Stein- und Köcherfliegen (Abbildung 5). Obwohl in den letzten 10 Jahren viele Gewässerinsekten häufiger werden, nehmen gerade Charakterarten von Gebirgsbächen wie die Steinfliege *Nemoura mortioni* in ihrer Verbreitung ab (Abbildung 6).

In Hitzejahren zeigen die Wassertemperaturen weniger extreme Ausschläge als die Lufttemperaturen, was auf eine Pufferwirkung von Gewässern schließen lässt. Deshalb wird allgemein vermutet, dass sich der Temperaturanstieg weniger schnell auf Gewässerorganismen auswirkt als auf terrestrische Organismen. Entgegen dieser Vermutung zeigen die BDM-Daten, dass die Veränderungen bei den Gewässerinsekten eher schneller stattfinden als bei den terrestrischen Organismengruppen (Abbildung 1, S. 26). Es ist also davon auszugehen, dass die Pufferwirkung der Gewässer für verschiedene Arten schon verpufft ist.

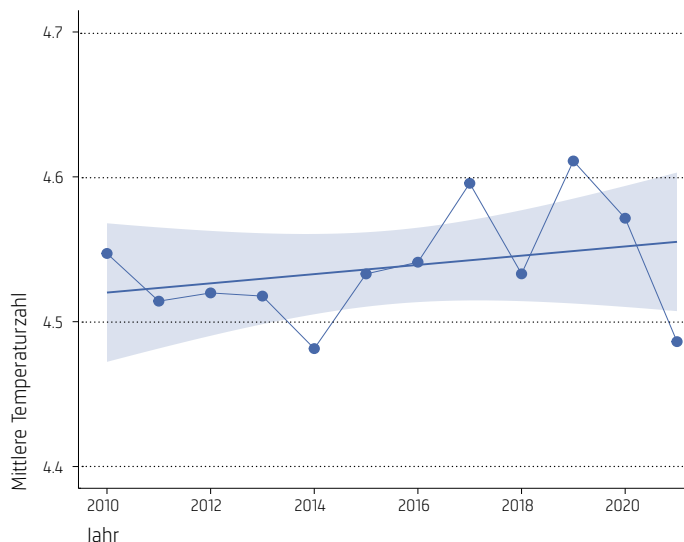


Abbildung 5: Zunahme des mittleren Temperatur-Zeigerwerts der Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven. Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95%-Vertrauensbereich.

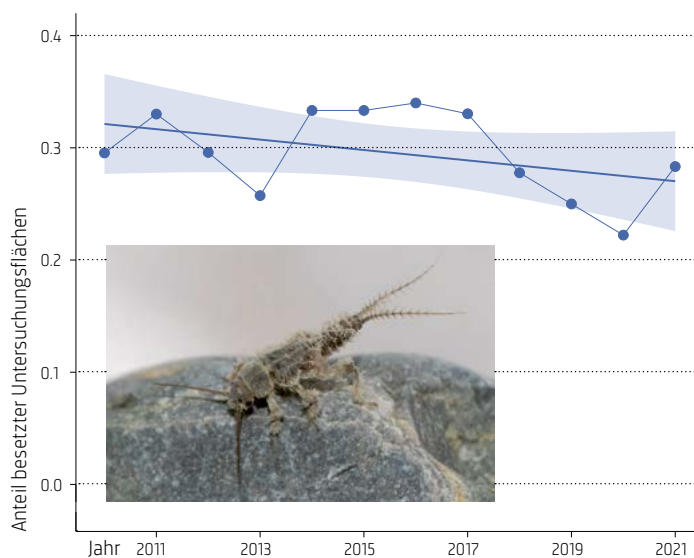


Abbildung 6: Die Verbreitung der kälteliebenden Steinfliege *Nemoura mortioni* ist rückläufig. Die Gerade zeigt den Trend mit dem 95%-Vertrauensbereich. Foto Christian Roesti

BDM-Teams Tagfalter und Brutvögel



Die Erhebung der Tagfalter ist aufwendig. Da Tagfalterarten ihre spezifische Flugsaison haben, sind je nach Höhenstufe vier bis sieben Begehungen notwendig, um sie alle zu finden. Die Aufnahmen können nur bei Sonnenschein und bei genügend hohen Temperaturen durchgeführt werden. Weil ein Spezialist bzw. eine Spezialistin pro Saison nur wenige

Transecte übernehmen kann, ist ein grosses Team erforderlich, um die Spitzenzeiten abzudecken. Die Mitglieder sind mit einem grossen Tagfalternetz unterwegs, um schwer bestimmbare Tagfalter einzufangen und genauer zu untersuchen. Foto Beat Ernst



Die Revierkartierungen der Brutvögel werden durch die Schweizerische Vogelwarte Sempach im Rahmen des «Monitorings Häufige Brutvögel MHB» koordiniert und durch freiwillige Mitarbeitende durchgeführt. Das Datenmanagement und die Qualitätskontrolle erfolgt vollumfänglich

durch die Vogelwarte. Bei den Brutvögeln kann auf eine grosse Zahl von Ornithologinnen und Ornithologen zurückgegriffen werden. Im Bild sind alle Beteiligten der Arbeitertagung 2020. Foto Schweizerische Vogelwarte Sempach

Gewässerorganismen verraten den Zustand der Fließgewässer

Gewässerwirbellose reagieren empfindlich auf Umweltveränderungen. In den letzten zehn Jahren hat der Klimawandel Arten gefördert, die es warm mögen. Arten, die eine sehr gute Gewässerqualität benötigen und empfindlich auf Pflanzenschutzmittel reagieren, profitieren dagegen kaum.

Seit 2010 beobachtet das BDM auch aquatische Lebensräume. Im Fokus stehen die Larven der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen. Sie sind ausgezeichnete Indikatoren für den Zustand von Gewässern. Alle gefundenen Tiere werden auf die Art genau bestimmt (Abbildung 1). Die übrigen wirbellosen Tiere werden auf Familienniveau erfasst.

Besonders hohe Artenzahlen bei den Eintags-, Stein- und Köcherfliegen werden in den Voralpen sowie im Jura gefunden (Abbildung 2). Dieses Muster lässt sich damit erklären, dass die meisten Eintags- und Köcherfliegen-Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt in der kollinen oder montanen Stufe haben.

Sichtbarer Klimawandel

Seit Messbeginn kann ein deutlicher Anstieg der Artenzahl festgestellt werden (Abbildung 3). Im Durchschnitt wurden nach zehn Jahren in jedem beprobten Bachabschnitt 2.4 Arten mehr gezählt, wobei die Zunahme bei den Eintags- und Köcherfliegen deutlicher ist als bei den Steinfliegen. Die Vermutung liegt nahe, dass sich hier bereits die Wirkung steigender Gewässertemperaturen infolge des Klimawandels zeigt (Gebert et al. 2022).

Bei der Auswertung der Temperatur-Zeigerwerte fällt auf, dass Arten, die wärmere Gewässer bevorzugen, stärker zunehmen (siehe S. 28). Dies erklärt auch den Unterschied zwischen den Eintags- und Köcherfliegen sowie den Steinfliegen, da letztere ihr Optimum bei kühleren Wassertemperaturen haben und folglich weniger vom Temperaturanstieg profitieren (Abbildung 4).

Auch andere Faktoren dürften einen Einfluss auf die steigende Artenzahl haben, beispielsweise das Ausbleiben von Hochwassern mit Geschiebe infolge der hydroelektrischen Nutzung der Gewässer (BAFU 2022). Diese gestalten die Lebensräume massgeblich mit und führen dazu, dass die Larven von nicht angepassten Arten weggeschwemmt werden.

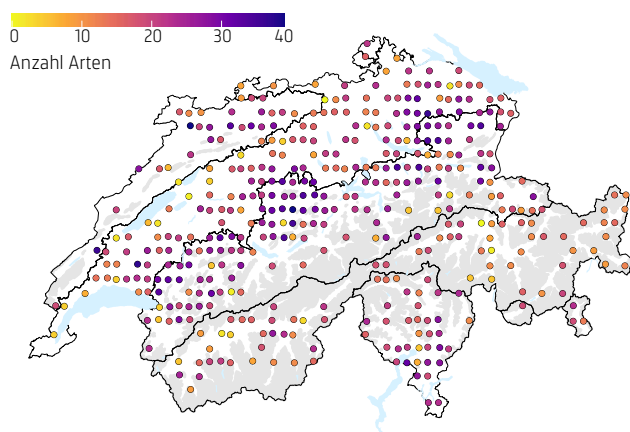


Abbildung 2: Räumliche Verteilung der Artenzahl der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen.



Abbildung 1: Die Gewässerwirbellosen werden gesammelt und auf Familienniveau bestimmt. Die Larven der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen werden im Labor bis auf Artniveau bestimmt. Fotos Beat Ernst

Gewässerqualität stagniert

Lässt sich aus dem Anstieg der Artenzahlen schliessen, dass es im Allgemeinen gut steht um die Fließgewässer in der Schweiz? Diese Schlussfolgerung greift zu kurz, wie ein Blick auf zwei Indizes zeigt, welche auch die Sensitivität der Artengruppen miteinander beziehen.

Aussagen zum biologischen Zustand eines Gewässers sowohl in Bezug auf die Ökomorphologie als auch auf die Wasserqualität macht der sogenannte IBCH-Index, welcher basierend auf den Vorkommen sämtlicher Gewässerwirbellosen (bestimmt auf Familienniveau) berechnet wird. Der Trend deutet darauf hin, dass vor allem die wenig empfindlichen Gruppen zunehmen (Abbildung 5). Offenbar sind also diejenigen Gewässerwirbellosen, die an einer Messstelle neu hinzukommen, nicht unbedingt Zeiger

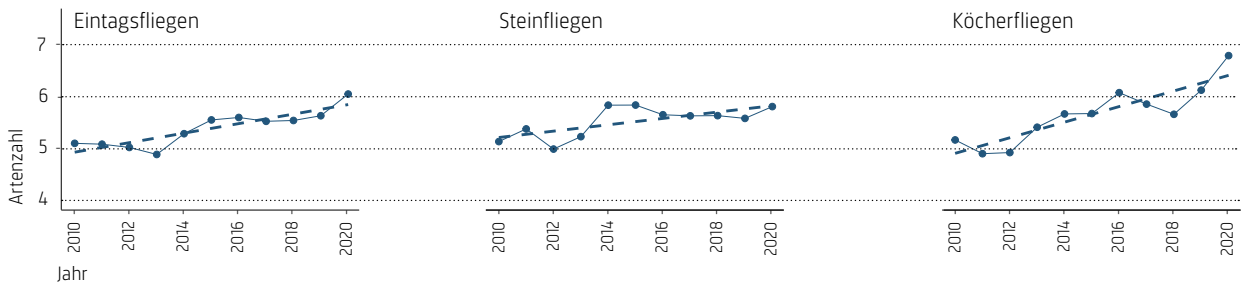


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Artenzahl der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen

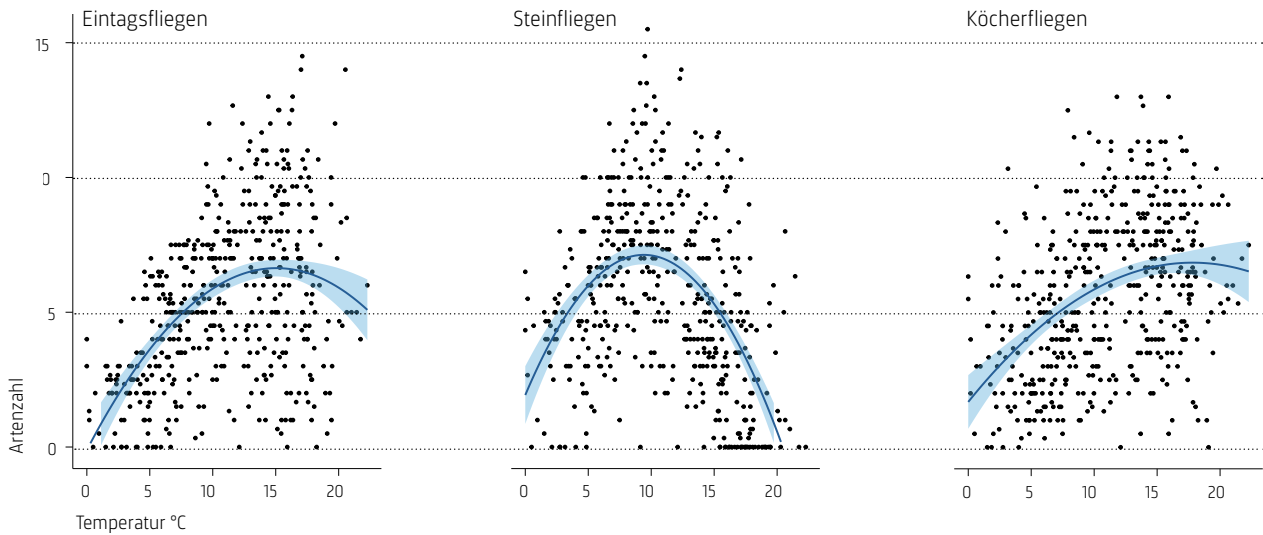


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen der Gewässertemperatur und der Artenzahl von Eintags-, Stein- und Köcherfliegen in einem Fließgewässer

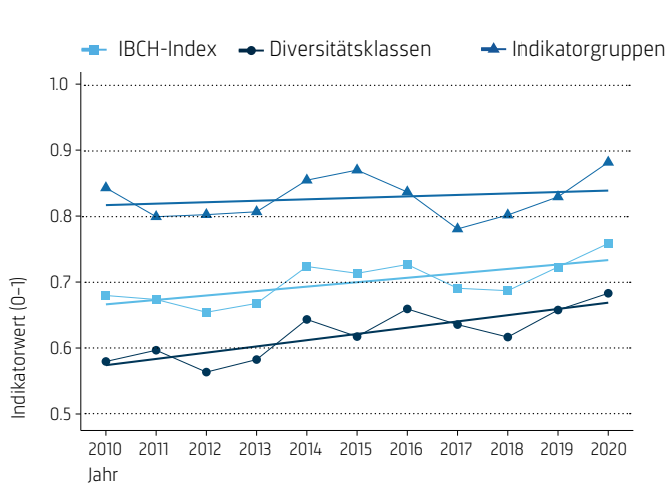


Abbildung 5: Der IBCH-Index (BAFU 2019) für alle Gewässerwirbellosen (auf Familienniveau bestimmt). Die Messgröße kombiniert Informationen zur Vielfalt der vorkommenden Familien (Diversitätsklassen) und deren Sensitivität auf Verunreinigungen (eingeteilt in neun sog. Indikatorgruppen).

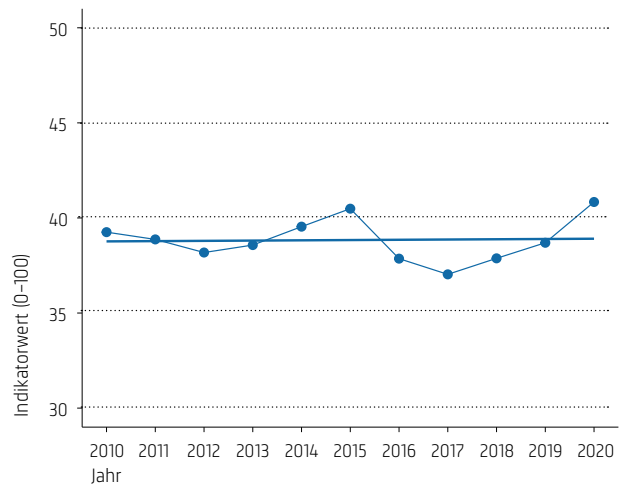


Abbildung 6: SPEAR-Index (UFZ 2022) für alle Gewässerwirbellosen (auf Familienniveau bestimmt). Die Messgröße berücksichtigt die Sensitivität der einzelnen Arten auf Verunreinigungen.

für eine gute Wasserqualität. Der SPEAR-Index, der anhand von Gewässerorganismen die Gewässerqualität bezogen auf die Belastung mit Pflanzenschutzmitteln anzeigt, blieb stabil (Abbildung 6).

Insgesamt betrachtet nehmen jene Arten zu, die wenig empfindlich auf Gewässerverschmutzung reagieren. Es lassen sich aber grosse regionale Unterschiede ausmachen. In den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten des Mittellands und Juras ist der SPEAR-Index erwartungsgemäss tiefer als im Alpenbogen.

Während der Index im Mittelland und Jura auf tiefem Niveau gleichbleibt (Hutter et al. 2019), zeigt er im Alpenbogen in den letzten Jahren eine negative Entwicklung. Eine mögliche Erklärung für dieses Muster ist die stärkere Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung in den Voralpen verglichen mit dem Mittelland, wo die Nutzungsintensität im betrachteten Zeitraum bereits hoch war. Eine andere Erklärung ist, dass durch die Zunahme der Gewässertemperaturen vor allem wenig sensitive Arten profitieren.

Mehr Tagfalter auf Ökowieden

Daten des BDM zeigen, dass in Biodiversitätsförderflächen (BFF) über ein Drittel mehr Tagfalter beobachtet werden können als im übrigen Grünland. Im Vergleich zu den Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung ist aber auch diese Individuenzahl relativ bescheiden. Das Potenzial der BFF als Tagfalterlebensraum ist noch lange nicht ausgeschöpft.

Extensive Wiesen gehören zu den wichtigsten Tagfalterlebensräumen in der Schweiz. Hier können 60 % aller Arten beobachtet werden, darunter überdurchschnittlich viele gefährdete Arten (Schweizerischer Bund für Naturschutz 1987, Wermeille et al. 2014). Weil ein beträchtlicher Anteil der Bundesmittel für Biodiversitätsfördermassnahmen für die Erhaltung und Verbesserung der Lebensraumqualität von Mähwiesen ausgegeben wird, stellt sich die Frage, ob ein Effekt auf die Tagfalter sichtbar ist. Das BDM kann mit einer schweizweiten Analyse differenzierte Antworten liefern.

Drei verschiedene Wiesentypen

Jeder beobachtete Tagfalter wird direkt im Feld in die BDM-App (siehe S. 14) eingegeben. Dies vereinfacht das Datenmanagement und liefert die Position aller Falter punktgenau. Im GIS können diese Punktnachweise später mit räumlichen Daten verschnitten werden. So lässt sich beispielsweise untersuchen, in welchen Lebensräumen welche Arten bevorzugt vorkommen oder ob es Un-

terschiede in der Häufigkeit der Tagfalter in verschiedenen Wiesentypen gibt. Dabei werden grob drei Typen von Wiesen unterschieden:

- > Wiesen, die als Biodiversitätsförderflächen (BFF) angemeldet sind
- > alle übrigen Wiesen ohne Biodiversitätsförderung
- > das ökologisch wertvollste Grünland, nämlich die im Inventar der Trockenwiesen und -weiden (TWW) erfassten Flächen (Dipner et al. 2010). Im Gegensatz zu den beiden ersten Kategorien umfasst diese neben Wiesen auch Weiden.

Gemäss ihrem Fundort können alle Tagfalternachweise den entsprechenden Wiesentypen zugeordnet werden (Abbildung 1). Um die Qualität der Wiesen als Tagfalterlebensraum zu beurteilen, werden nicht alle Tagfalterarten einbezogen, sondern nur die Ziel- und Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft (UZL-Arten). Bei diesen handelt es sich um Arten, die höhere Ansprüche an die Qualität ihres Lebensraumes stellen. Sie kommen vor allem auf blumenreichen, eher nährstoffarmen Wiesen vor (Agroscope 2012).



Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Transektabschnitts (rote Linie) mit den nachgewiesenen Tagfaltern (blaue Punkte). Der Verschnitt dieser Daten mit den räumlichen Daten (farbige Flächen) bildete die Grundlage der Analyse. Luftbild swisstopo

Beträchtliche Unterschiede

Die Ergebnisse zeigen, dass tatsächlich mehr Tagfalter in den BFF-Wiesen vorkommen als in den übrigen Wiesen (Abbildung 2). Auf BFF-Wiesen werden pro Kilometer Zählstrecke im Durchschnitt 114 Falterindividuen registriert, auf den übrigen Wiesen nur deren 72. Auf den TWW-Flächen, der Crème de la Crème der Schweizer Wiesen-Lebensräume, zählt das BDM im Mittel über 320 Falter pro Kilometer – also fast dreimal so viele wie auf einer durchschnittlichen BFF-Wiese.

Auch auf Ebene der Arten sind beträchtliche Unterschiede feststellbar. Wenig spezialisierte Arten wie das Kleine Wiesenvögelchen kommen in allen Wiesentypen in vergleichbarer Häufigkeit vor. Anspruchsvollere UZL-Arten wie das Beilfleck-Widderchen hingegen zeigen eine leichte Präferenz für BFF und erreichen in den TWW die grössten Häufigkeiten (Abbildung 3). Viele Spezialisten wie der Schwarzgefleckte Bläuling sind für ihr Überleben ganz auf TWW angewiesen und können in den anderen Wiesentypen nur ausnahmsweise angetroffen werden.

Aufgrund ihrer naturräumlichen Ausstattung wird ein Teil der BFF wohl nie die hohen Individuenzahlen der TWW erreichen können. Andere BFF könnten allerdings bei entsprechender Bewirtschaftung Lebensraum für hochspezialisierte Arten sein. Das Potenzial der BFF als Lebensraum für anspruchsvollere Tagfalter ist jedenfalls bei Weitem noch nicht ausgeschöpft.

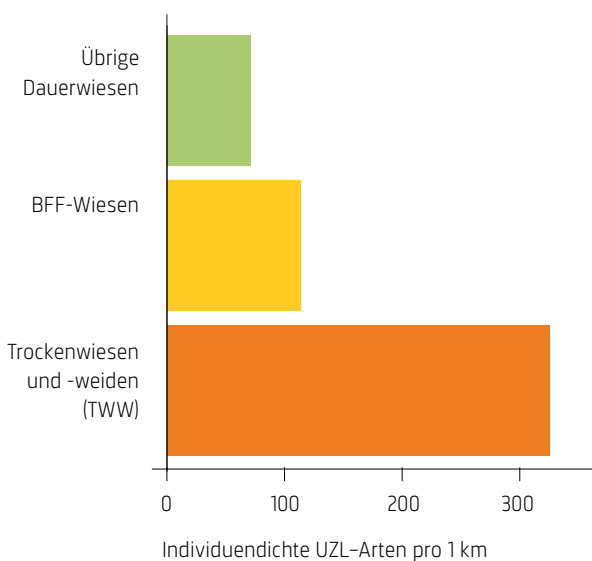


Abbildung 2: Mittlere Anzahl Individuen der Ziel- und Leitarten der Umweltziele Landwirtschaft pro 1 km Transektlänge für die drei untersuchten Wiesentypen

Abbildung 3: Von unten nach oben steigen die Ansprüche der Arten an die Qualität der Wiesen: Kleines Wiesenvögelchen (*Coenonympha pamphilus*) (unten), Beilfleck-Widderchen (*Zygaena loti*) (Mitte) und Schwarzgefleckter Bläuling (*Maculinea arion*) (oben). Fotos Thomas Marent

Die Kombination verschiedener Datensätze verbessert das Gesamtbild

Die Ursachen der beobachteten Biodiversitätsveränderungen liegen oft im Dunkeln. Wertvolle Hinweise ergeben sich aus der Kombination von BDM-Daten mit Daten aus anderen Programmen.

Die Dokumentation von Biodiversitätsveränderungen allein reicht oft nicht aus, um die richtigen Massnahmen zu ergreifen. Es braucht auch Erklärungen zu den möglichen Ursachen. Dazu sind flächendeckende Daten zu möglichen Einflussfaktoren aus anderen Überwachungsprogrammen des Bundes hilfreich.

Dem Stickstoff auf der Spur

Die Kombination der BDM-Daten aus dem Messnetz «Land-Lebensräume» mit der Stickstoffkarte der Schweiz liefert hierfür eindruckliche Beispiele. Frühere Studien mit BDM-Daten haben gezeigt, dass zu viel Stickstoff zu einer dichteren Vegetation führt, bei der gleichzeitig weniger unterschiedliche Gefässpflanzenarten vorkommen. Diese Resultate haben unter anderem dazu geführt, dass die europaweit anerkannten kritischen Belastungswerte für die Stickstoffdeposition in Heuwiesen angepasst wurden (siehe Box S. 35). Der Stickstoffüberschuss wirkt sich indirekt über die Veränderung der Vegetation auch auf die Tagfalter aus (Roth et al. 2021). Dabei sind gefährdete Tagfalterarten stärker betroffen als ungefährdete Arten (Abbildung 1).

Komplexe Ursachen

Umweltveränderungen beeinflussen aber nicht nur einzelne Arten oder Artengruppen. Sie wirken sich auch auf ganze Nahrungsnetze aus, in denen verschiedene Artengruppen in Beziehung zueinander stehen. Mit Daten aus verschiedenen Programmen können solche Zusammenhänge aufgezeigt werden – so zum Beispiel zwischen der Wasseramsel, deren Bestand für den Schweizer Brutvogelatlas der Vogelwarte erfasst wurde (Knaus et al. 2018), und ihren Beutetieren, den wirbellosen Gewässerorganismen. Letztere werden im BDM (siehe S. 12) und im Monitoringpro-



Abbildung 2: Je mehr Eintags-, Stein- und Köcherfliegenlarven in einem Gewässer leben, desto mehr Wasseramselreviere gibt es. Foto Tobias Roth

gramm «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA» (siehe S. 39) sowie in verschiedenen kantonalen Programmen erfasst. Die Wasseramseln (Abbildung 2) sind umso häufiger, je besser der ökologische Zustand des Gewässers und je höher das Nahrungsangebot ist. Interessanterweise hat das Nahrungsangebot einen grösseren Einfluss auf das Vorkommen von Wasseramseln als die Naturnähe eines Gewässers (Martinez et al. 2020). Ein anderes Beispiel betrifft das Zusammenspiel zwischen Bodenorganismen und Gefässpflanzen. Dazu wurden auf BDM-Messflächen Oberbodenproben entnommen und sowohl Bodenkennwerte analysiert (Meuli et al. 2017) als auch das Zusammenspiel der Bakterienvielfalt mit der Pflanzenvielfalt grossräumig untersucht (Mayerhofer et al. 2021).

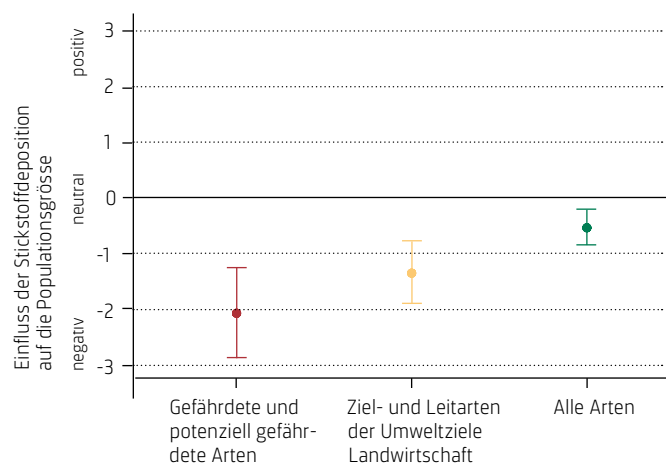


Abbildung 1: Der Stickstoffeintrag wirkt sich negativ auf die Populationen vieler Tagfalter-Arten aus, wobei die gefährdeten Arten am stärksten betroffen sind. Grafik gemäss Roth et. al 2021. Foto Gregor Klaus

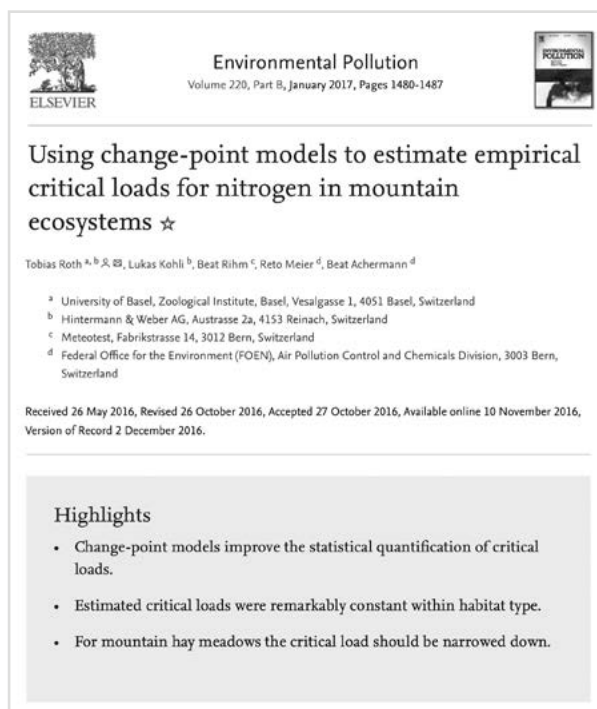


BDM-Beitrag zur Revision der Belastungsgrenzen für die Stickstoffdeposition

Critical Loads sind Belastungsgrenzen, bei denen negative Veränderungen in natürlichen Lebensräumen auftreten, wenn sie überschritten werden. Sie sind somit ein Mass für die Empfindlichkeit der Ökosysteme gegenüber Einträgen von Luftschadstoffen.

Belastungen oberhalb dieser Grenzen sind gemäss Luftreinhalteverordnung als übermässig zu beurteilen. Die Belastungsgrenzen sind ein fester Bestandteil des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung der UNO-Wirtschaftskommission für Europa. Etwa alle 10 Jahren findet im Rahmen des Abkommens ein Begutachtungsprozess statt, bei dem die Belastungsgrenzen an neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft angepasst werden. Zur neusten Anpassung der empirischen Belastungsgrenzen für die Stickstoffdeposition haben BDM-Resultate massgeblich beigetragen (Abbildung 3 und Box S. 36).

Abbildung 3: Basierend auf BDM-Daten wurde eine neue Methode entwickelt, um Critical Loads für Stickstoff zu bestimmen. Die Resultate wurden in einer renommierten internationalen Zeitschrift publiziert (Roth et al. 2017).



BDM als Referenz

Das BDM wurde so angelegt, dass es Aussagen zur Entwicklung der Vielfalt von häufigen und mittelhäufigen Arten in den biogeografischen Regionen der Schweiz in der Normallandschaft machen kann. Aussagen zum Beispiel für Schutzgebiete oder für einzelne Kantone sind allein mit BDM-Daten nur beschränkt möglich. Nationale Programme wie ALL-EMA (siehe S. 41) oder die «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS» (siehe S. 38) sowie kantonale Programme wie im Kanton Aargau (seit 1996) oder Thurgau (seit 2009, siehe S. 17) schliessen diese Lücken. Weil sich die Programme methodisch stark an das BDM anlehnen, können die Resultate direkt zwischen den Programmen verglichen werden.

Identische Erfassungsmethoden sind aber keine zwingende Voraussetzung, um Datenquellen miteinander zu kombinieren.

Der Tagfalterindex, der die Daten von info fauna und BDM miteinander kombiniert (siehe S. 40), ist ein gutes Beispiel dafür (Roth und Plattner 2021).

Die Datenbanken von info fauna - CSCF sind sehr umfangreich, und die Meldungen reichen weit in das letzte Jahrhundert zurück. Aufgrund gestiegener Meldeaktivität nimmt die Anzahl der Meldungen in den Datenbanken stark zu. Zeitlich verlässliche Trends können daher nur mit geeigneten statistischen Verfahren berechnet werden. Dank seinen vereinheitlichten Erfassungsmethoden und konstanter Erfassungsintensität kann das BDM zeitliche Veränderungen häufiger Arten ohne Verzerrung abbilden. Die zeitlichen Trends aus dem BDM dienen als Referenz, um die Plausibilität der Resultate der statistischen Modelle zu überprüfen (Abbildung 4).

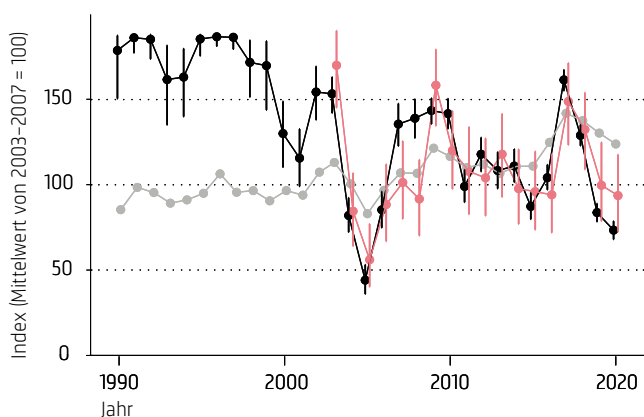
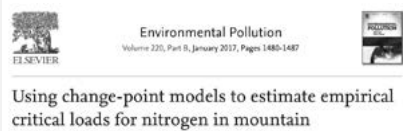


Abbildung 4: Für den Tagfalterindex werden Daten von info fauna - CSCF mit BDM-Daten kombiniert. Obwohl die Anzahl der Meldungen des Tagfalterindex (*Inachis io*) in der Datenbank von info fauna - CSCF zunimmt (grau), deuten der Tagfalterindex (schwarz) und die BDM-Daten (rosa) auf eine Bestandesabnahme hin. Foto Thomas Marent

2017

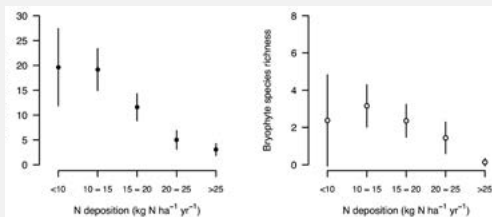
Methodenentwicklung



Neue Methode, um Critical Loads basierend auf BDM-Daten zu bestimmen.
Roth et al. (2017)

2013

Negativer Effekt in Heuwiesen



BDM-Daten zeigen, dass sich eine erhöhte Stickstoffdeposition negativ auf die Artenvielfalt der Gefäßpflanzen und Moose in Heuwiesen auswirkt.
Roth et al. (2013)

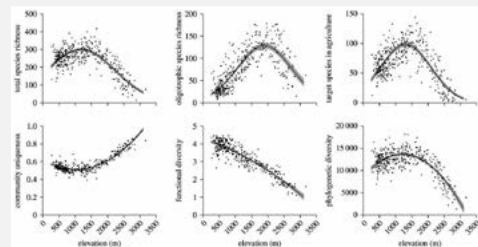
2022

Anpassung der Critical Loads

Basierend auf den empirischen Studien aus dem BDM wurde der Critical Load für Heuwiesen auf 10-15 kg Stickstoff pro Hektare herabgesetzt.
Bobbink et al. (in Prep.)

2015

Negativer Effekt auf mehrere Indikatoren



Die Stickstoffdeposition wirkt sich nicht nur negativ auf die Artenvielfalt aus, sondern auch auf die funktionelle und phylogenetische Diversität.
Roth et al. (2015)

2010

Review Critical Loads



Basierend auf Expertenwissen wurde der empirische Critical Load für Heuwiesen auf 10-20 kg Stickstoff pro Hektare festgelegt.
Bobbink und Hettelingh (2010)

Wenn die Belastungsgrenzen (Critical Loads) für Einträge von Luftschadstoffen überschritten werden, treten negative Veränderungen in natürlichen Lebensräumen auf. Die Belastungsgrenzen werden etwa alle 10 Jahre an neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft angepasst. BDM-Resultate haben massgeblich zur neusten Anpassung für die Stickstoffdeposition beigetragen.

BDM-Teams Schnecken und Gewässerorganismen



Das Erheben der Artenvielfalt von Schnecken erfordert besonders viele Arbeitsschritte. Nach der Probenahme durch die Mitarbeitenden des Botanik-Feldteams (siehe S. 25) wird das Bodenmaterial an die Firma Ritec in Düringen geschickt, wo die Proben gewaschen werden, bis nur noch

die harten Bestandteile zurückbleiben. Anschliessend werden die Schnecken- und Schalen von Hand aussortiert und von Expertinnen und Experten auf Artniveau bestimmt. Pro Jahr werden rund 20 000 Schnecken- und Schalen identifiziert. Foto Beat Ernst



Die Erfassung der Vielfalt von Gewässerorganismen erfolgt zweistufig: Ein Feldteam aus rund 20 Gewässerspezialistinnen und -spezialisten ist in der ganzen Schweiz unterwegs, um jedes Jahr rund 100 Gewässerabschnitte mittels Kick-Sampling zu beproben, die Ökomorphologie

zu ermitteln und die Gewässerwirbellosen auf Familienniveau zu bestimmen (siehe S. 12). Die Larven der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen werden anschliessend aussortiert und an zwölf Expertinnen und Experten geschickt, die die Larven identifizieren. Foto Beat Ernst

Wie BDM-Daten in Wert gesetzt werden

Wie und von wem werden die BDM-Daten genutzt? Und wozu? Die folgenden acht Beispiele zeigen, dass das BDM zu vielen unterschiedlichen Bereichen und Fragestellungen einen wertvollen Beitrag leistet.

Schweizer Beitrag zum europäischen Tagfalterindikator

VON CHRIS VAN SWAAY, Dutch butterfly conservation / De Vlinderstichting, Wageningen, Holland, chris.vanswaay@vlinderstichting.nl

Die Überwachung von Tagfaltern macht nicht nur Spass, sondern ermöglicht es auch, Veränderungen in der Tagfalterfauna auf lokaler, regionaler, nationaler und kontinentaler Ebene detailliert zu verfolgen. Da die Anzahl der Tagfalterindividuen an einem Ort schnell auf Nutzungsänderungen reagiert, ist die Überwachung von Tagfaltertrends ein hervorragender Biodiversitätsindikator. Zudem sind Tagfalter eine der wenigen Insektengruppen, für die qualitativ hochwertige Daten vorliegen.

Einer der ältesten Indikatoren für Tagfalter ist der Grünland-Tagfalterindikator (European Butterfly Grassland Indicator; Abbildung 1). Er zeigt die zeitliche Entwicklung von 17 Tagfalterarten, die als europaweit charakteristisch für Wiesen und Weiden gelten und in den meisten europäischen Ländern vorkommen. Auch die Daten des BDM sind in diesen Indikator eingeflossen. Der Indikator dokumentiert einen Rückgang der Grünland-Tagfalter um mehr als 25 % seit 1990. Hauptursachen dafür sind die Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung (vor allem in Nordwesteuropa) und die Nutzungsaufgabe von Wiesen und Weiden (vor allem in Ost- und Südeuropa).

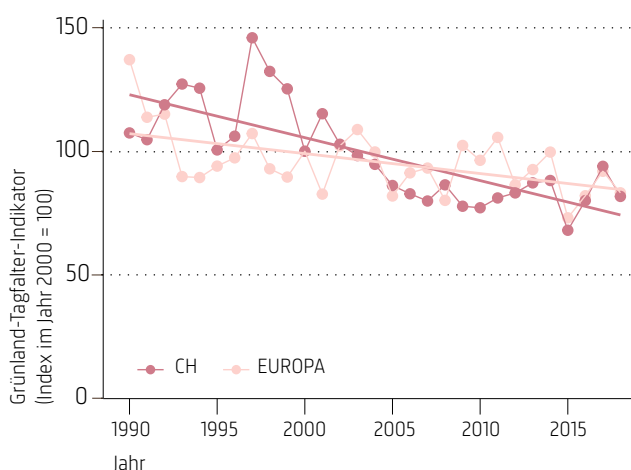


Abbildung 1: Entwicklung des europäischen Grünland-Indikators anhand von 17 Tagfalterarten (EU). Im Vergleich dazu ist die Entwicklung dieser 17 Arten in der Schweiz dargestellt. Die geraden Linien zeigen den jeweiligen Trend.

WBS und BDM ergänzen sich ideal

VON ARIEL BERGAMINI, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, ariel.bergamini@wsl.ch

Die «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS» startete 2011. Die Vegetationserhebungen in den Mooren, Trockenwiesen und -weiden, Auen und Amphibienlaichgebieten werden in gleicher Weise wie im BDM durchgeführt (10 m² grosse Dauerflächen). Auch das Landwirtschaftsmonitoring ALL-EMA nutzt diese Methode (siehe S.41). Aus den drei Programmen BDM, WBS und ALL-EMA steht insgesamt ein Datensatz von über 10 000 Dauerflächen mit methodisch identischen Aufnahmen zur Verfügung.

Die drei Programme decken zusammen einen beträchtlichen Teil der Lebensräume der Schweiz ab und ergänzen sich gegenseitig. Ein Vergleich der Dauerflächen im Grünland der drei Programme offenbart, dass die Daten der WBS einen zum BDM und zu ALL-EMA komplementären ökologischen Raum abbilden (Abbildung 2). Die Grünlandvegetation in den WBS-Vegetationsaufnahmen zeigt im Vergleich zu den Grünlandflächen in ALL-EMA und BDM nährstoffärmere und trockenere Verhältnisse an.

Die Daten von BDM und ALL-EMA sind für die WBS sehr wichtig, da sie als unabhängiger Vergleich dienen können. Da die WBS ausschliesslich geschützte Gebiete abdeckt und die anderen beiden Programme mehrheitlich die Biodiversität ungeschützter Landschaften erfassen, wird in Zukunft auch ein Vergleich der Trends in den Biotopen von nationaler Bedeutung mit denjenigen ausserhalb möglich sein. Damit kann die Wirkung des Schutzes der nationalen Biotope dargestellt werden.

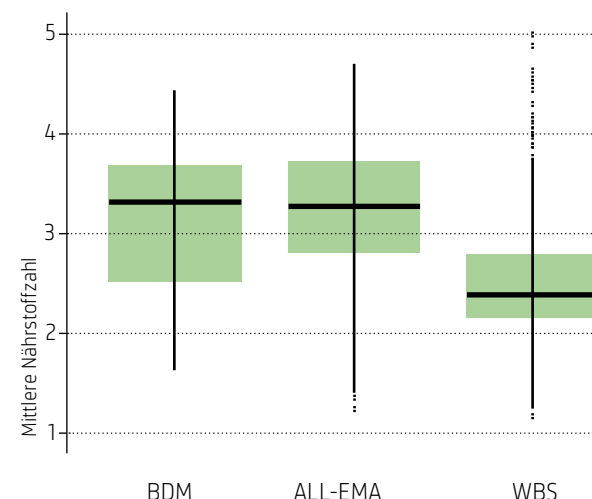


Abbildung 2: Mittlerer Zeigerwert (Nährstoffzahl) für Dauerflächen im Grünland der drei Monitoringprogramme BDM, ALL-EMA und WBS.

Beitrag zur ökologischen Forschung in der Schweiz

VON FLORIAN ZELLWEGER, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, florian.zellweger@wsl.ch

Die meisten Studien zum Einfluss der Klimaerwärmung auf die Biodiversität schenken den mikroklimatischen Temperaturverhältnissen am Boden wenig Beachtung – obwohl diese für das Überleben der meisten Lebewesen von zentraler Bedeutung sind. Im Rahmen eines vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Forschungsprojekts modellieren und kartieren wir deshalb die heutigen und künftig zu erwartenden Temperaturen am Boden in der Schweiz. Die gewonnenen Mikroklimadaten werden danach mit den langjährigen Erhebungen des BDM kombiniert, um den Einfluss der Klimaerwärmung auf die Biodiversität besser zu verstehen und räumlich zu quantifizieren.

Ein Aspekt, der so beleuchtet werden kann, dreht sich um die Frage, ob sich die Artengemeinschaften schnell genug an die Erwärmung ihrer Umgebung anpassen können, beispielsweise indem sich die Artenzusammensetzung hin zu mehr wärmetoleranten Arten verschiebt. Solche Anpassungen finden bereits statt, jedoch nicht gleichermassen über die verschiedenen Organismengruppen, wie eine Analyse der BDM-Daten zeigt (Abbildung 3, Roth et al. 2014). Es muss nun unter anderem geklärt werden, ob diese Anpassungen mit der mikroklimatischen Erwärmung mithalten können und wie hoch der Druck für solche Anpassungen in Zukunft sein wird. Forschungsprojekte wie dieses sind zwingend auf wiederholte, qualitativ hochstehende Biodiversitätserhebungen wie jene aus dem BDM angewiesen. Somit leistet das BDM mit der breiten räumlichen Abdeckung zum Vorkommen verschiedener Organismengruppen einen wichtigen Beitrag zur ökologischen Forschung in der Schweiz.

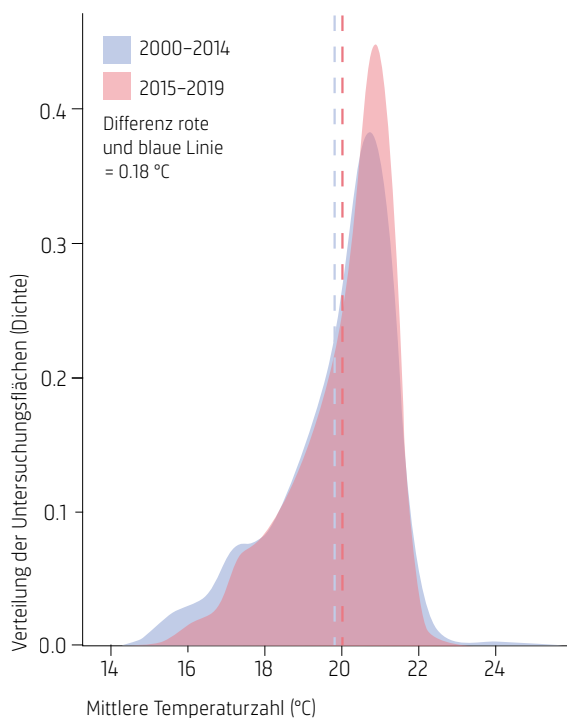


Abbildung 3: Zeitliche Veränderung des Temperatur-Index im Sommer, abgeleitet aus BDM-Daten für Tagfalter. Die Grafik zeigt, dass sich die Tagfaltergesellschaften seit den Jahren 2005–2009 hin zu mehr wärmetoleranteren Arten verschieben.

Wichtige Grundlage für die Gewässerbeurteilung

VON Yael SCHINDLER WILDHABER, Sektion Wasserqualität, BAFU, Bern, yael.schindler@bafu.admin.ch

Wie es unseren Gewässern geht, wissen wir dank nationalen und kantonalen Monitoringprogrammen. Wir können Entwicklungen erkennen, Massnahmen erarbeiten und mit der Zeit hoffentlich auch deren Erfolge aufzeigen. Seit zehn Jahren betreiben Bund und Kantone deshalb das Monitoringprogramm «Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität» (NAWA), welches die kantonalen Untersuchungen komplementiert. Die BDM-Daten aus dem Messnetz «Fließgewässer-Lebensräume» sind für uns eine sehr wichtige Ergänzung zu diesen Daten (siehe S. 12). In einer gemeinsamen Datenbank werden alle Makrozoobenthos-Daten gespeichert und stehen für weitere Auswertungen zur Verfügung (Informationssystem MIDAT). Auf dieser Grundlage konnten beispielsweise der Schweizer Makrozoobenthos-Index IBCH überarbeitet und diverse wissenschaftliche Studien durchgeführt werden. So zeigen Auswertungen der Eawag, dass die intensive Landwirtschaft eine starke Auswirkung auf die Zusammensetzung des Makrozoobenthos hat (Schuwirth et al. 2019). Dies verdeutlicht auch Abbildung 4: In Gewässern, die einen hohen Anteil an Ackerland, Obstkulturen oder Reben im Einzugsgebiet haben, kommen Makrozoobenthos-Arten und -Familien, die als besonders empfindlich gegenüber Pestiziden gelten, nicht vor. Für solche Auswertungen und Forschungsprojekte ist eine gute Zusammenarbeit unter den verschiedenen Akteuren zentral.

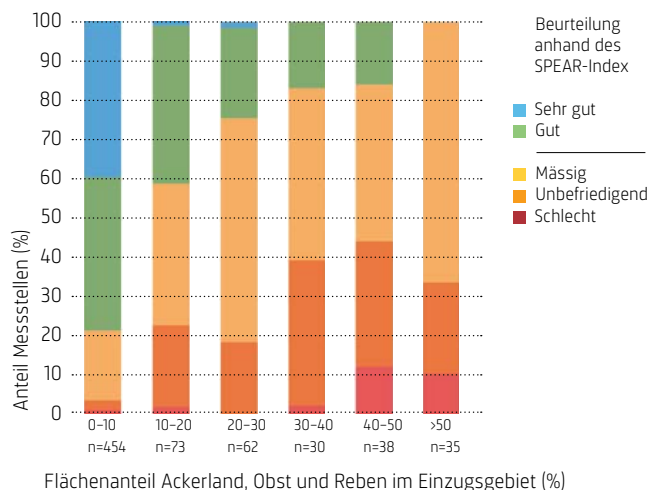


Abbildung 4: Je höher der Anteil Ackerland, Obst und Reben im Einzugsgebiet ist, desto schlechter fällt die Bewertung der Gewässerqualität anhand des SPEAR-Index aus. Dargestellt sind jeweils die neusten Daten pro Messstelle aus den NAWA- und BDM-Erhebungen. Quelle: BAFU 2022

Kalibrierung von räumlichen Modellen

VON PATRICE DESCOMBES, Musée et Jardins Botaniques de Lausanne, patrice.descombes@vd.ch

Um Aussagen zu bodenspezifischen und klimatischen Bedingungen auf lokaler Ebene für die gesamte Schweiz zu erhalten, haben wir ökologische Zeigerwerte räumlich dargestellt. Dazu wurden die Pflanzenvorkommen der Info Flora-Datenbank mit den Zeigerwerten nach Landolt et al. (2010) für 3600 Pflanzenarten kombiniert und mit topografischen, mesoklimatischen, landnutzungsbezogenen und geologischen Variablen in Beziehung gesetzt. Mit diesen Beziehungen konnten die Zeigerwerte für die gesamte Schweiz lückenlos vorhergesagt werden (Abbildung 5).

Um die Plausibilität der Vorhersagen zu überprüfen, haben wir die BDM-Pflanzenerhebungen auf Lebensraumbene sowie die Datensätze der Nationalen Bodenbeobachtung NABO (die u. a. auf BDM-Flächen erhoben wurden) verwendet. Die Vorhersagen korrelieren sehr gut mit den lokal gemessenen Bodeneigenschaften, was bedeutet, dass die Karte die Realität gut widerspiegelt (Descombes et al. 2020).

Insgesamt zeigt unsere Studie, dass die räumliche Modellierung von ökologischen Zeigerwerten ein kosteneffizienter Ansatz ist, um zuverlässige räumliche Datensätze zu bodenspezifischen und klimatischen Bedingungen über grosse Gebiete zu erstellen. Der BDM-Datensatz half uns dabei, unsere Resultate zu validieren, da er die Vorkommen und Abwesenheiten von Arten in der ganzen Schweiz systematisch dokumentiert.

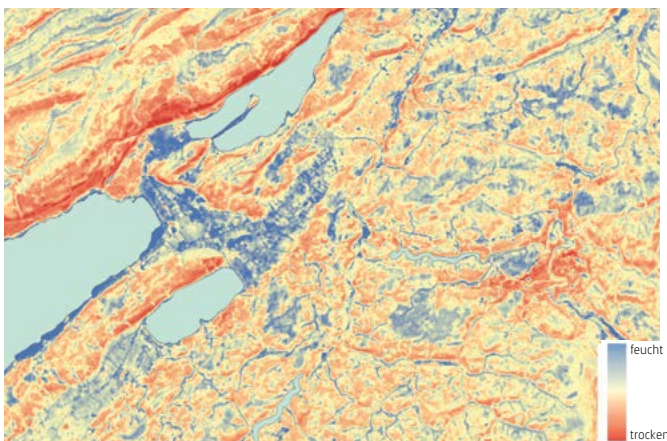


Abbildung 5: Karte der Bodenfeuchte (ökologische Zeigerwerte nach Landolt et al. 2010), Region Biel/Neuenburg/Bern. Es zeigt sich ein Gradient von zur Austrocknung neigenden Böden (rot) zu überwiegend feuchten Böden (blau).

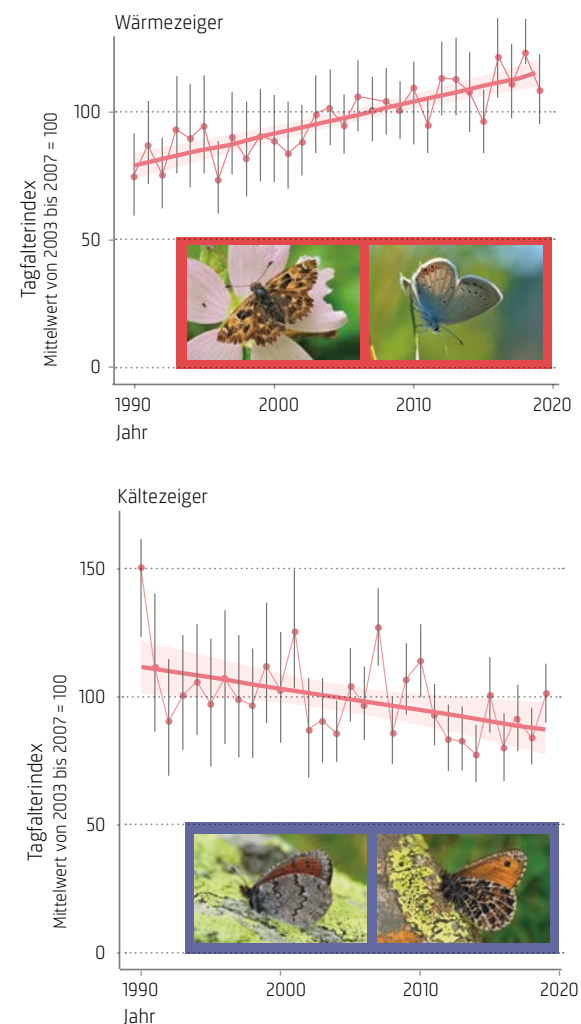
Abbildung 6: Bestandsentwicklung der Tagfalter, differenziert nach Wärmezeigern (46 Tagfalterarten) und Kältezeigern (22 Tagfalterarten). Oben: Wärmezeiger Malven-Dickkopffalter (*Carcharodus alceae*) und Kurzschwänziger Bläuling (*Cupido argiades*). Unten: Kältezeiger Graubrauner Mohrenfalter (*Erebia pandrose*) und Gletscherfalter (*Oeneis glacialis*). Fotos Thomas Marent

Wertvolle Angaben zu häufigen und mittelhäufigen Arten

VON LUNA SARTORI, info fauna - CSCF, Neuchâtel, contact@infofauna.ch

Ein grundlegendes Ziel von info fauna - CSCF ist es, Daten über den Zustand und die Entwicklung der einheimischen Fauna zu sammeln, zu verwalten und aufzubereiten. Die Datenquellen sind vielfältig, wodurch die Abdeckung für verschiedene Arten auf räumlicher und zeitlicher Ebene heterogen ist. Daher ist es schwierig, allein mit diesen Daten landesweite Trends für alle Arten zu ermitteln. Das BDM hingegen ist ein langfristiges und landesweites Monitoring der Biodiversität auf zufällig ausgewählten Flächen, was es zu einer sehr interessanten Ergänzung macht, insbesondere für häufige und mittelhäufige Arten.

Auf dieser Grundlage wurde das Projekt «Tagfalterindex» gestartet (Abbildung 6). Die Verwendung dieser beiden Datentypen in ein und demselben Modell stellte jedoch eine Herausforderung dar, da sie von unterschiedlicher Natur sind. Es wurden mehrere Versuche durchgeführt und von Experten bewertet, und es musste zwischen den verschiedenen Datentypen unterschieden werden (z. B. Daten, die durch spezielle Projekte wie Rote Listen generiert wurden), um Verzerrungen zu minimieren. Dank der info fauna-Daten, die weiter zurückreichen als 2003 (Beginn der Tagfalter-Aufnahmen im BDM) konnten die Trends ab 1990 berechnet werden – auch für einige seltene Arten, die durch das BDM schlecht abgedeckt sind (siehe Box S. 35 unten).



Synergien mit ALL-EMA

VON EVA KNOP UND ELIANE MEIER, Agrarlandschaft und Biodiversität, Agroscope, www.allema.ch, eva.knop@agroscope.admin.ch

ALL-EMA ist das Biodiversitäts-Monitoringprogramm für die Agrarlandschaft der Schweiz. Es wird seit 2015 im Auftrag der Bundesämter BLW und BAFU von Agroscope betrieben. Über das eigentliche Monitoring hinaus sind die Auswirkungen agrarpolitischer Instrumente von Interesse (z. B. Biodiversitätsförderflächen). Für ALL-EMA wurden aus den BDM-Kilometerquadraten 170 Untersuchungsquadrate ausgewählt, um die Lebensraum- und Gefässpflanzenvielfalt zu kartieren. Für die Auswertungen werden Daten zur Vielfalt der Tagfalter (BDM) und Brutvögel (Monitoring Häufige Brutvögel MHB) miteinbezogen.

Die Resultate zum ersten Erhebungszyklus (Meier et al. 2021) zeigen, dass die Artenvielfalt in tieferen Lagen der Schweizer Agrarlandschaft deutlich niedriger ist als in höheren Lagen (Abbildung 7). Dies widerspricht dem naturräumlichen Potenzial, welches in tieferen Lagen günstigere Lebensbedingungen ermöglicht. Der Grund für diese Beobachtung ist vermutlich die zunehmende Landnutzungsintensität von höheren zu tieferen Lagen. Hohe Nährstoffeinträge führen zu einer Vereinheitlichung der Vegetation und folglich zu einem allgemeinen Rückgang der Artenvielfalt. Weil ALL-EMA, das BDM und das MHB in denselben Untersuchungsquadraten während desselben Jahres Datenerhebungen durchführen, bieten sich wertvolle Möglichkeiten zu deren synergetischen Nutzung. Dank zusätzlicher Daten zu abiotischen Umweltbedingungen und Bewirtschaftungsmassnahmen können Einflüsse auf die Biodiversität analysiert und Fragestellungen aus Praxis, Politik und Wissenschaft beantwortet werden.

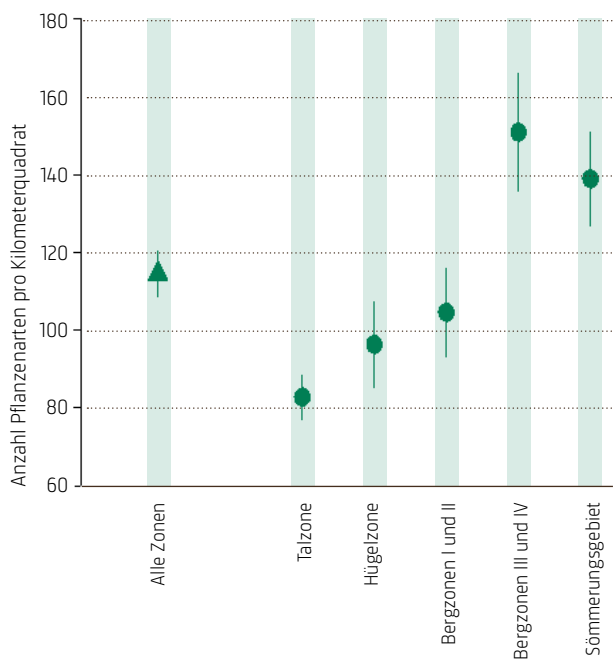


Abbildung 7: Durchschnittliche Anzahl Gefässpflanzenarten in der Agrarlandschaft pro Kilometerquadrat (± Standardfehler). Quelle: ALL-EMA

Ein BDM für das VBS

VON DAVID KÜLLING, Leiter Kompetenzzentrum Natur und Denkmalschutz, VBS, Bern, david.kuelling@ar.admin.ch

Das bundesrätliche Landschaftskonzept Schweiz beinhaltet seit 25 Jahren den Auftrag an das Departement VBS, schutzwürdige Lebensräume auf Armeearealen zu kartieren und die verschiedenen Nutzungen darauf abzustimmen. Die Umsetzung dieses Auftrags wird mittels dem «Programm Natur – Landschaft – Armee NLA» durchgeführt und kontrolliert.

Erzielt der damit verbundene jährliche Beratungs- und Pflegeaufwand eine positive Wirkung auf die Biodiversität? Um diese Frage zu klären, wurden 2012 die zwei terrestrischen Messnetze des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM) auf den grössten 26 Armeearealen verdichtet (BDM-VBS).

Im Grünland der Armeeareale ist der Flächenanteil an schutzwürdigen Lebensräumen mit 32% höher als in der übrigen Schweiz (9% gemäss BDM-CH). Nicht ohne Grund also sind auf Armeearealen überdurchschnittlich häufig Vogel- und Pflanzenarten der Roten Liste (inkl. potenziell gefährdete Arten) oder der Liste der Umweltziel- und Leitarten Landwirtschaft (UZL) zu beobachten.

Die fünf Wiederholungen der Brutvogelkartierungen dokumentieren eine positive Entwicklung (Abbildung 8). Armeeareale weisen einen höheren Anteil Arten mit zunehmenden Bestandstrends und einen kleineren Anteil Arten mit abnehmenden Trends auf als die übrige Schweiz. Dies gilt für alle Vogelarten sowie für die Untergruppen Rote Liste-Arten (inkl. potenziell gefährdete Arten) und UZL-Arten. Für die Gefässpflanzen ist nach zwei Wiederholungen noch keine allgemeine Entwicklung erkennbar.

Dank dem BDM kann das VBS gleich in doppelter Hinsicht profitieren arbeiten: Sowohl der VBS-interne Handlungsbedarf wie auch der öffentliche Leistungsausweis zur Biodiversität auf Waffen-, Schiess- und Militärflugplätzen werden fortlaufend mit Zahlen untermauert, welche statistisch solide und politisch unbestechlich sind.

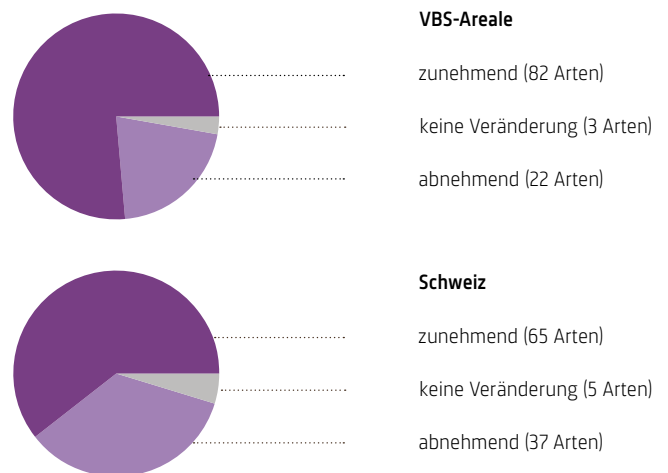


Abbildung 8: Anteil Brutvogelarten, die im Zeitverlauf eine zunehmende oder abnehmende Tendenz der Anzahl Brutreviere pro Kilometerquadrat (1 km²) zeigen. Oben: VBS-Areale. Unten: Vergleichsstichprobe aus einer Kombination von Daten aus dem BDM und dem «Monitoring Häufige Brutvögel MHB».

Visionen für das Biodiversitätsmonitoring in der Schweiz

Mit der Etablierung des BDM hat die Schweiz vor etwas mehr als 20 Jahren Pionierarbeit für das Monitoring der Biodiversität geleistet – auch International. Immer schnellere und interagierende Umweltveränderungen machen es jedoch erforderlich, das BDM für neue Herausforderungen zu rüsten, auch unter Einbezug neuer technischer Möglichkeiten. Unsere Vision zeigt auf, wie sich das BDM entwickeln sollte, damit es für die kommenden Jahrzehnte gut aufgestellt ist. VON FLORIAN ALTERMATT UND LOÏC PELLISSIER

Es war visionär, als das Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM in den 1990er-Jahren entwickelt und vor 20 Jahren implementiert wurde. Die repräsentativen Beobachtungsnetze und die standardisierten Erhebungen sind die Grundvoraussetzung dafür, dass die Schweiz verlässliche Daten zum Zustand und zur Entwicklung eines wichtigen Teils der Biodiversität erhält, nämlich zu den häufigen und mittelhäufigen Arten. Der Wert des BDM liegt vor allem in der Langfristigkeit, und eine Weiterführung des Programms und der bisher erfassten Indikatoren ist unabdingbar. Schon mit den aktuell erhobenen Daten können wichtige Aussagen zum Zustand und der Entwicklung der Biodiversität gemacht werden. Diese Daten können und sollten vermehrt für vertiefte Erkenntnisse genutzt werden, beispielsweise zur Berechnung von spezifischen Indikatoren (z. B. Entwicklung temperatursensitiver Arten). Das BDM hat auch dazu beigetragen, dass Artenkenntnisse, vor allem für die untersuchten Gruppen, in der Schweiz eine höhere Bedeutung erhalten. Diese Expertise ist weiterhin zentral, um den Zustand und die Veränderung der Biodiversität zu verstehen und einzuordnen.

Funktionen der Arten einbeziehen

Doch reicht dies, um auch für die Zukunft gerüstet zu sein? Die Klimakrise, neue und intensivere Landnutzungen, Umweltverschmutzungen sowie invasive gebietsfremde Arten führen unausweichlich dazu, dass sich die Artenzusammensetzung in der Schweiz ändert. Nur ein Teil dieser Veränderungen kann allerdings vom BDM erfasst werden, da es ein kleines Set an Indikatoren beinhaltet und die Erhebungen räumlich und zeitlich relativ grobmaschig sind. Zudem beruht das BDM auf einem statischen Zusammenhang zwischen ökologischen Treibern und der Zusammensetzung der Ökosysteme. Die Wissenschaft zeigt jedoch, dass eine «Gleichgewichts»-Annahme in der Ökologie nicht der Realität entspricht. Im Kontext der globalen Veränderungen werden die Wandelbarkeit, die Resilienz und die Dynamiken noch wichtiger. Die Bedeutung der Biodiversität beruht also nicht nur auf einem Zustand, sondern vor allem auf Interaktionen und Funktionen der involvierten Organismen. Der relativ starke Fokus des BDM auf die Artenzahl einiger Kenngruppen als wichtigstes Mass wird dem nicht genügend gerecht. Einerseits umfasst Biodiversität mehr Artengruppen, andererseits ist aus gesellschaftlicher Sicht dem Zustand und Erhalt der Funktionalität der Biodiversität mehr Bedeutung beizumessen. Zudem sollte das BDM Grundlagendaten liefern, um die Effekte von verschiedenen Einflussfaktoren und Förderungsmassnahmen rasch zu erfassen sowie Rückschlüsse über Handlungsoptionen zu schaffen.



Höhere zeitliche, räumliche und taxonomische Auflösung

Aus unserer Sicht braucht das BDM dazu Ergänzungen in zwei Richtungen. Einerseits muss die Erfassung der Biodiversität umfassender werden und zeitlich, räumlich und taxonomisch höher aufgelöst sein. Dies beinhaltet eine Abdeckung weiterer Organismengruppen, beispielsweise mikrobieller Organismen der Böden und Gewässer, sowie einer engmaschigeren Erfassung aller Gruppen, damit eine bessere räumliche und zeitliche Skalierung möglich ist. So sind die aktuellen Erhebungszyklen nicht für Organismen mit kurzen Generationszeiten von wenigen Monaten ausgelegt, und die räumliche Auflösung reicht nicht, um Aussagen auch auf kantonaler Ebene zu machen.

Andererseits müssen die Funktionen der Biodiversität besser erfasst werden. Es reicht nicht zu wissen, welche Arten wo vorkommen, sondern man muss auch verstehen, wie diese Arten interagieren und welche Ökosystemfunktionen – und damit auch Ökosystemleistungen – sie erbringen. Die Funktionalität der Biodiversität ist, nebst ihrem inhärenten Wert, von grösster Bedeutung für die Menschen. Nur eine gekoppelte Erfassung der Diversität

und der Funktionalität kann aufzeigen, wie sich Veränderungen der Artgemeinschaften auf deren Funktionalität und damit auf den Nutzen für die Menschen auswirken.

Neue und etablierte Methoden anwenden

In der Biodiversitätsforschung fand innerhalb der letzten zehn Jahre eine Revolution statt. Neue Methoden wurden etabliert, die eine raschere, flächendeckendere und umfassendere Erfassung



Im Rahmen eines weiterentwickelten BDM müssten unter anderem mikrobielle Organismen und die Kohlenstoffspeicherung der Böden erhoben werden. Foto Beat Ernst

der Biodiversität ermöglichen. Dies sind insbesondere Entwicklungen in der Fernerkundung sowie in der Nutzung von Umwelt-DNA (siehe HOTSPOT 46) und maschinellem Lernen zur Identifikation von Arten. Diese Methoden erlauben die Erfassung von sehr artenreichen Organismengruppen, beispielsweise Mikroben und Mikroorganismen, sowie einer Skalierung in Raum und Zeit: Es ist möglich, die Anzahl, Häufigkeit und Art der Proben um Grössenordnungen zu erweitern. Sie eignen sich also vor allem für die allgemeine Beobachtung der Biodiversitätsentwicklung, einem Kernziel des BDM. Die Beobachtung von seltenen Arten muss, wie heute schon, mit gezielten Ansätzen ergänzt werden, etwa im Rahmen der Roten Listen.

In Bezug auf die Funktionen der Ökosysteme könnte das BDM beispielsweise Nährstoffkreisläufe, die Kohlenstoffspeicherung

der Böden oder die Resilienz gegenüber Umweltveränderungen als Indikatoren verwenden. In Kombination mit oben erwähnten Indikatoren im Bereich der Mikroorganismen können die Funktionen direkt gemessen werden, beispielsweise die Art und Zusammensetzung funktioneller Gene, und so Aussagen über Nährstoff-Recycling oder Kohlenstoff-Kreisläufe ermöglichen.

Grenzübergreifende Konnektivität sicherstellen

Schlussendlich ist wichtig, dass das BDM nicht an der Grenze der Schweiz haltmacht. Politische Grenzen sind für Organismen irrelevant: Aquatische Arten breiten sich entlang hydrologischer Einzugsgebiete aus, der Klimawandel führt zu einer Verschiebung von Arealen über politische Grenzen hinweg nach Norden und in höhere Lagen. Das BDM hat es geschafft, die Erfassung der Biodiversität und die Integration der Daten innerhalb der Schweiz und zwischen den Kantonen zu vereinheitlichen. Es fehlt aber bisher eine globale Strategie, wie dies in Zusammenarbeit mit den Nachbarländern auf europäischer Ebene skaliert wird.

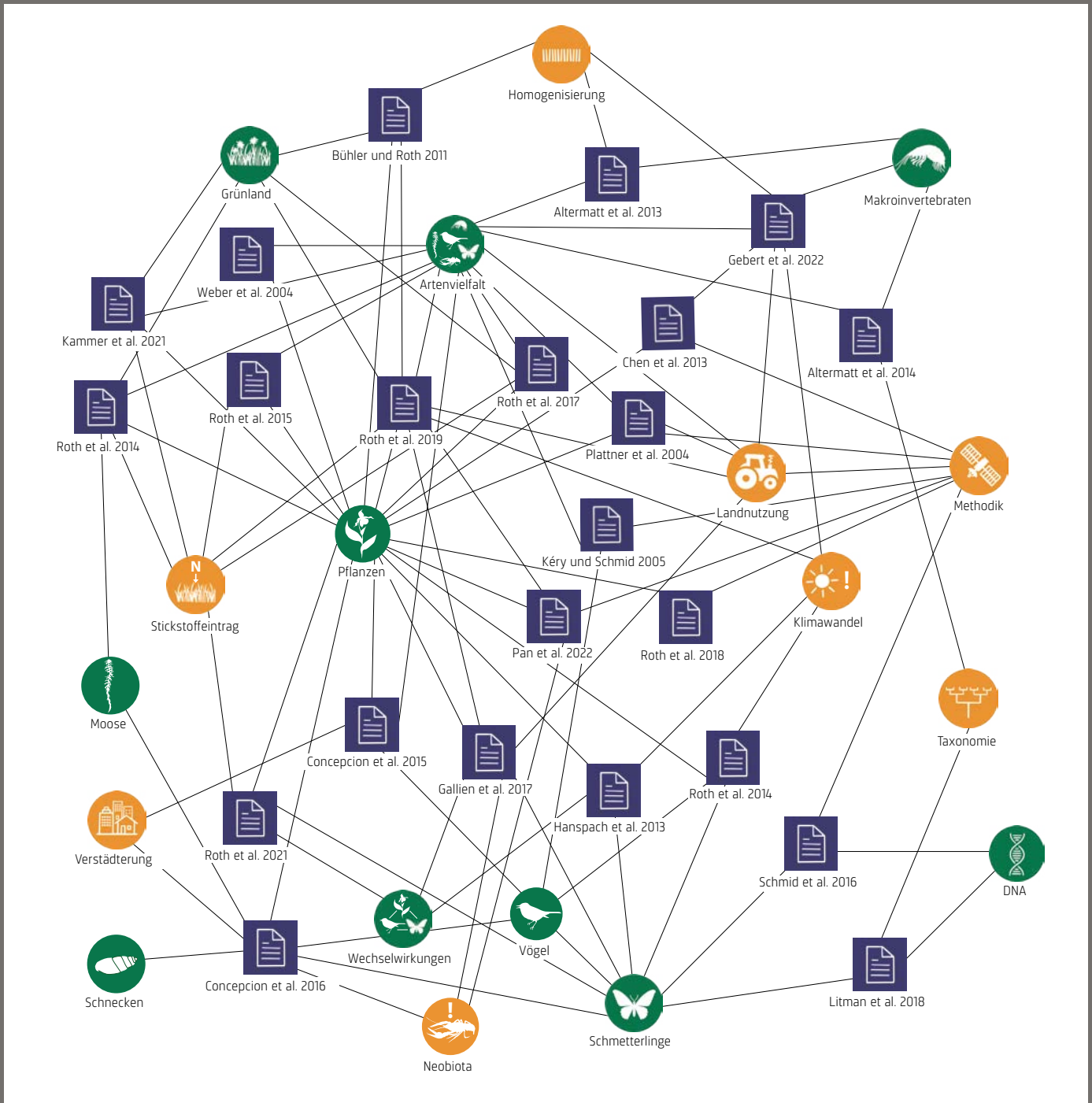
Die aktuellen und anstehenden Umweltveränderungen verlangen ein proaktiveres Handeln, damit die Biodiversität und Ökosysteme auf neue Welten angepasst sind. Gerade für alpine Lebensräume und deren Biodiversität hat die Schweiz eine europaweite Bedeutung, die im Kontext des Klimawandels als Refugium noch zunehmen wird. Dies erfordert Strategien, die den ökologischen Wandel begleiten und darauf reagieren können, beispielsweise über ein Verständnis, wie und welche Arten die Schweiz neu besiedeln. Die Schlüssel für ein erfolgreiches zukünftiges Biodiversitätsmanagement sind eine hohe, grenzübergreifende Vernetzung der Lebensräume und eine grosse Heterogenität der Landschaft. Der Fokus muss also insbesondere den Prozessen gelten, die Biodiversität beeinflussen. Ein erfolgreiches, zukunftsgerichtetes Monitoring kann diese erfassen.

Visionen rasch umsetzen

Die Schweiz muss dem Erhalt und der Förderung der Biodiversität eine deutlich höhere Bedeutung beimessen. Um Rechenschaft über politisches, gesellschaftliches und wirtschaftliches Handeln in Bezug auf die Biodiversität zu erlangen und Veränderungen der Biodiversität und Ökosystemfunktionen rechtzeitig zu erkennen, ist ein verlässliches Verständnis des Zustands und Wandels aller Aspekte der Biodiversität notwendig. Das BDM und auch die weiteren biodiversitätsrelevanten Monitorings dahingehend weiterentwickeln sollte nicht eine Vision bleiben, sondern rasch in die Realität umgesetzt werden.

> **PROF. DR. FLORIAN ALTERMATT** ist Professor für Aquatische Ökologie an der Universität Zürich und der Eawag sowie Präsident des Forums Biodiversität. Er ist Mitglied der Begleitgruppe BDM-WBS des BAFU und nutzt regelmässig BDM- und NAWA-Monitoringdaten in seiner Forschung. **PROF. DR. LOÏC PELLISSIER** ist Professor für Ökosysteme und Landschaftsevolution an der ETH Zürich und der WSL sowie Vizepräsident des Forums Biodiversität. Er entwickelt Methoden zur Überwachung der biologischen Vielfalt und nutzt diese Daten in seiner Forschung.
>> Kontakt florian.altermatt@ieu.uzh.ch, loic.pellissier@usys.ethz.ch

Die Grafik zum BDM



Grafik: Tobias Roth, Piktogramme: Jael Klaus

BDM-Daten für die Wissenschaft

Die Wissenschaft verwendet in grossem Umfang BDM-Daten. Über 100 Artikel sind bisher in renommierten wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen. Die Grafik zeigt eine Auswahl von Publikationen (dunkelblau). Die Artikel behandeln verschiedene Biodiversitätsbereiche und -ebenen (grün). Sie tragen zudem zum Verständnis von Einflussfaktoren sowie zu Erhebungsmethoden und zur Taxonomie bei (orange). Eine klickbare Version der Grafik mit Referenzen und Zusammenfassungen der Publikationen findet sich unter www.bdm-papers.ch.

> Kontakt Tobias Roth, Hintermann & Weber AG, roth@hintermannweber.ch