

> Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung

*Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität,
Stand 2016*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Impressum**Herausgeber**

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

Autoren

Nicolas Gattlen, Kaisten
 Gregor Klaus, Rothenfluh
 Glenn Litsios, BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften

Begleitung BAFU

Sarah Pearson und Gian-Reto Walther

Beitrag**Bundesamt für Umwelt**

Francis Cordillot, Daniel Hefti, Gilles Rudaz, Gabriella Silvestri, Bruno Stadler, Béatrice Werffeli, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften
 Reto Meier, Christoph Moor, Gaston Theis, Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien
 Andreas Hauser, Abteilung Ökonomie und Innovation
 Olivier Schneider, Abteilung Wald
 Andreas Bachmann, Elena Havlicek, Bettina Hitzfeld, Jérémie Millot, Roland von Arx, Abteilung Boden und Biotechnologie
 Thomas Gregor, Stephan Müller, Abteilung Wasser

Extern

Felix Herzog, Eliane Meier, Agroscope
 Christoph Bühler, Sylvain Dubey, Lukas Kohli, Matthias Plattner, Tobias Roth, Adrian Zanger, Hintermann & Weber AG
 Yves Gonseth, Info Fauna – CSCF
 Norbert Schnyder, Datenzentrum Moose Schweiz NISM
 Jérôme Frei, Markus Hardegger, Katja Knauer, Judith Ladner Callipari, Bundesamt für Landwirtschaft
 Christophe Bornand, Stefan Eggenberg, Sibyl Rometsch, Lionel Sager, Info Flora
 Benedikt Schmidt, Sylvia Zumbach, karch
 Jodok Guntern, Daniela Pauli, Forum Biodiversität
 Peter Knaus, Thomas Sattler, Schweizerische Vogelwarte Sempach
 Ariel Bergamini, Rolf Holderegger, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2017: Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung. Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität, Stand 2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1630: 60 S.

Sprachliche Bearbeitung

Jacqueline Dougoud, Zürich

Gestaltung

Magma – die Markengestalter, Bern

Titelbild

Bryum versicolor; Heike Hofmann

Bildnachweis

Markus Thommen: 3
 Andreas Meyer (karch): 5, 72
 Markus Bolliger: 6, 33, 34
 Emanuel Ammon: 8
 Yannick Chittaro (Info Fauna – CSCF): 10
 Anne Litsios-Dubuis: 12, 13, 44
 Kurt Bart: 28
 Adrian Möhl: 29
 Marcel Burkhardt, ornifoto.ch: 30
 Swisstopo: 38
 Jérôme Pellet: 39
 Michel Roggo, roggo.ch: 42
 Meike Hanne Seele/Ex-Press: 43
 Christoph Scheidegger: 48
 Christian Koch, Julius Heinemann: 49
 Benoît Renevey, Ville de Lausanne: 50
 Audrey Megali (CCO-Vaud): 52
 Lotte Wegmann: 61
 Sylvain Dubey: 63

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
 Art.-Nr. 810.200.024d
www.bafu.admin.ch/uz-1630-d

Klimaneutral und VOC-arm gedruckt auf Recyclingpapier

Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache verfügbar.

> Inhalt

Abstracts	5
Vorwort	7
Das Wichtigste in Kürze	9
<hr/>	
1 Einleitung	14
<hr/>	
2 Lebensräume	19
2.1 Agrarland	25
2.2 Wald	28
2.3 Gewässer und Feuchtgebiete	31
2.4 Alpiner und subalpiner Raum	34
2.5 Siedlungen	37
<hr/>	
3 Arten	40
3.1 Häufige und verbreitete Arten	41
3.2 Bedrohte Arten	42
<hr/>	
4 Gene	46
<hr/>	
5 Massnahmen	49
<hr/>	
Quellen	55

> Abstracts

Biodiversity describes the diversity of habitats, species and genes as well as their interactions. It is absolutely necessary for life on Earth. This report analyses the state of biodiversity in Switzerland. It is based on scientific studies and selected indicators resulting from the surveys of the federal biodiversity monitoring programmes. The data not only make it possible to determine the current state of biodiversity for species, habitats and genes, but also to identify trends.

Biodiversität bezeichnet die Vielfalt der Lebensräume, der Arten und der Gene sowie deren Interaktionen. Sie ist unverzichtbar für das Leben auf der Erde. Der vorliegende Bericht analysiert den Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Er basiert auf ausgewählten Kenngrössen (Indikatoren), die aus Erhebungen der verschiedenen Biodiversitäts-Monitoringprogramme des Bundes resultieren, sowie auf wissenschaftlichen Studien. Die Daten ermöglichen es, nicht nur den aktuellen Zustand der Biodiversität auf den Ebenen der Arten, der Lebensräume und der Gene zu erfassen, sondern auch Trends zu erkennen.

La biodiversité désigne la diversité des milieux naturels, la diversité des espèces et la diversité génétique ainsi que leurs interactions. Elle est indispensable à la vie sur terre. Le présent rapport analyse l'état de la biodiversité en Suisse. Il est fondé sur une sélection d'indicateurs alimentés par les différents programmes de monitoring de la biodiversité de la Confédération ainsi que sur des études scientifiques. Ces données permettent de décrire l'état actuel de la biodiversité aux plans des espèces, des milieux naturels et des gènes ainsi que de dégager des tendances.

La biodiversità designa la varietà degli habitat e delle specie, come pure la varietà genetica nonché le loro interazioni. Senza di essa non potrebbe esserci vita sulla Terra. Il presente rapporto analizza lo stato della biodiversità in Svizzera, basandosi su dati chiave selezionati (indicatori), emersi dalle rilevazioni effettuate nell'ambito dei programmi federali di monitoraggio della biodiversità, nonché su studi scientifici. Oltre a descrivere lo stato attuale della biodiversità delle specie, degli habitat e dei geni, i dati permettono anche di riconoscere le tendenze in atto.

Keywords:

Biodiversity, diversity, habitats, species, genes, monitoring, indicators

Stichwörter:

Biodiversität, Vielfalt, Lebensräume, Arten, Gene, Monitoring, Indikatoren

Mots-clés:

Biodiversité, diversité biologique, milieux naturels, espèces, gènes, monitoring, indicateurs

Parole chiave:

Biodiversità, diversità, habitat, specie, geni, monitoraggio, indicatori

> Vorwort

Dieser Bericht basiert auf den neusten Daten der Überwachungsprogramme und Wirkungskontrollen des Bundes. Er gibt einen Überblick über den aktuellen Zustand der biologischen Vielfalt in der Schweiz und zeigt die wichtigsten Trends auf. Die präsentierten Fakten machen deutlich, dass die Biodiversität in der Schweiz in einem unbefriedigenden Zustand ist. Obwohl die Artenzahlen in den letzten 15 Jahren auf einem ähnlichen Niveau geblieben sind, verloren wertvolle Lebensräume wie zum Beispiel Trockenwiesen oder Hochmoore weiterhin an Qualität und Fläche. Ihre typischen Arten erlitten zusätzliche Bestandseinbussen. Gerade für die gefährdeten Arten hat sich die Situation weiter verschärft: 36 Prozent der untersuchten Pflanzen-, Tier- und Pilzarten gelten als «bedroht», deutlich mehr als in den meisten EU-Ländern.

Mit dem Verlust der biologischen Vielfalt riskieren wir grosse Einbussen für unseren Wohlstand und unser Wohlergehen. Denn das Naturkapital bietet unverzichtbare Leistungen von hohem ökologischem, wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Wert. Eine reichhaltige biologische Vielfalt sichert uns unter anderem Nahrungsmitte, Luft zum Atmen sowie Trinkwasser; sie reguliert das Klima und hält die Nährstoffkreisläufe in Gang; sie schützt vor Hochwasser und Lawinen und stabilisiert rutschgefährdete Hänge im Gebirge. Schliesslich fördert sie unser Wohlbefinden: Bunte Blumenwiesen, zwitschernde Vögel und blühende Obstbäume sind mit starken positiven Gefühlen verbunden und prägen wesentlich unsere Heimat und Identität. Sinkt die biologische Vielfalt, besteht die Gefahr, dass diese Leistungen nach und nach beeinträchtigt werden. Besonders tückisch ist, dass der Verlust der Biodiversität schleichend erfolgt und von der Gesellschaft kaum wahrgenommen wird, wie eine nationale Umfrage zeigt. Die Gesellschaft gewöhnt sich an die Veränderung, bevor sie die Einbussen erkennt. Es ist deshalb wichtig, dass die Wahrnehmung geschärft und dass frühzeitig gehandelt wird.

Bund und Kantone haben bereits gewisse Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität ergriffen. Dazu gehören beispielsweise die Inventarisierung der Biotope von nationaler Bedeutung, die Finanzierung von Waldreservaten und von Biodiversitätsförderflächen im Agrarland oder die Beteiligung an Gewässerrenaturierungen. Der Rückgang der Biodiversität konnte damit gebremst aber nicht in allen Fällen gestoppt werden. Um das Naturkapital der Schweiz zu sichern, sind weitere Anstrengungen nötig. Basierend auf der Strategie Biodiversität Schweiz, welche der Bundesrat 2012 gutgeheissen hat, wird derzeit der Aktionsplan Biodiversität Schweiz erarbeitet. Mit seinen Massnahmen soll der Aktionsplan dazu beitragen, das Überleben der einheimischen Arten sowie die natürliche Dynamik der Lebensräume zu sichern und damit die biologische Vielfalt als existentielle Grundlage für den Menschen und sein Leben und Wirtschaften zu erhalten.

Franziska Schwarz
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

> Das Wichtigste in Kürze

Die Biodiversität ist die Grundlage für das Leben auf dieser Erde und damit auch eine zentrale Lebensgrundlage für den Menschen. Sie umfasst die Vielfalt des Lebens auf Ebene der Ökosysteme, der Arten und der Gene sowie die Wechselwirkungen, die innerhalb und zwischen diesen Ebenen stattfinden. Biodiversität beschreibt die Vielfalt des Lebens in einem Wort. Sie erbringt zahlreiche unverzichtbare Leistungen (sogenannte Ökosystemleistungen) für unsere Gesellschaft: Unter anderem liefert sie Nahrung, beeinflusst das Klima, erhält die Wasser- und Luftqualität, ist Bestandteil der Bodenbildung und bietet nicht zuletzt dem Menschen Raum für Erholung und Inspiration. Eine Verschlechterung des Zustands der Biodiversität führt zu einer Abnahme dieser Leistungen und somit zu einer Gefährdung einer nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft. Ausserdem gehen damit immense volkswirtschaftliche Kosten einher: In der EU wurden die jährlichen Kosten für die zu kompensierenden Ökosystemleistungen, die aus den Biodiversitätsverlusten resultieren, bis im Jahr 2050 auf rund 4 Prozent des Bruttoinlandprodukts (BIP) geschätzt. Die Quantität und Qualität der erbrachten Ökosystemleistungen in der Schweiz sind mit denen in EU-Ländern vergleichbar. Es kann also davon ausgegangen werden, dass ein Nichthandeln auch die Schweiz wesentlich teurer zu stehen käme als die Aufwendungen für einen wirkungsvollen Schutz bzw. die Förderung der Biodiversität heute.

Den Schutz der biologischen Vielfalt schreiben sowohl die Bundesverfassung (Art. 78) als auch internationale Verträge vor. So hat sich die Schweiz im Rahmen der internationalen Biodiversitätskonvention (CBD) unter anderem dazu verpflichtet, bis 2020 das Aussterben bedrohter Arten zu unterbinden und die Erhaltungssituation insbesondere den am stärksten bedrohten Arten zu verbessern. Um diese Ziele zu erreichen, sind weitere Anstrengungen nötig, denn die bereits erlittenen Biodiversitätsverluste wiegen schwer: Knapp die Hälfte aller Lebensraumtypen in der Schweiz gilt als bedroht. Von vielen wertvollen Lebensräumen sind nur noch Restflächen übrig; sie können, falls überhaupt, nur mit grossem Aufwand wiederhergestellt werden. Und der Druck auf die Lebensräume und ihre typischen Arten bleibt hoch. Hauptursachen sind die intensive Land- und Gewässernutzung, die Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten und atmosphärische Stickstoffeinträge insbesondere aus landwirtschaftlichen Quellen in die Böden.

Herausforderungen für die Landwirtschaft

Im intensiv bewirtschafteten Mittelland finden viele Tier- und Pflanzenarten kaum noch geeignete Lebensräume vor. Wichtige Lebensraumstrukturen wie Gehölze, Säume und Ackerrandstreifen gingen durch Meliorationen verloren, Böden wurden degradiert, Bäche und Flüsse verbaut oder überdeckt, Kleingewässer und Feuchtstellen trockengelegt, nährstoffarme Standorte gedüngt, trockene Standorte bewässert. «Spezialstandorte» existieren heute nur noch auf kleinen Restflächen. Besser ist die Situation im Grünland des Berggebiets, aber auch hier intensiviert sich die Nutzung. In erschlossenen Gebieten wird heute mehr gedüngt, mehr bewässert und früher gemäht. Einst trockene Wiesen und Weiden «verfetten» zunehmend und die charakteristischen Pflanzen und Tiere (z. B. Aufrechte Trespe, Zittergras, Braunkehlchen, Feldlerche) verschwinden.

Im Ackerland beeinträchtigen hohe Dünger- und Pflanzenschutzmittelgaben die Biodiversität. Durch regelmässige Herbizidanwendungen verarmt der Samenvorrat im Boden und es entstehen artenarme Unkrautgesellschaften. Die Ackerbegleitflora zählt heute zu den am meisten bedrohten Pflanzengrup-

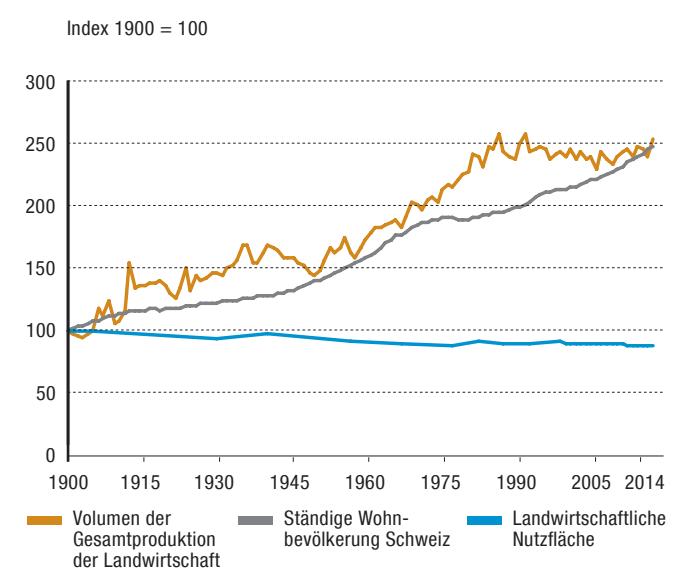


Abb. 1 Zwischen 1900 und 2014 nahm die Landwirtschaftsfläche in der Schweiz ab, während das Produktionsvolumen der Landwirtschaft und die Wohnbevölkerung wuchsen. Quellen: BFS – LGR, STATPOP, Landwirtschaftliche Betriebsstrukturerhebung

pen der Schweiz: 42 Prozent ihrer Arten gelten als gefährdet. Pflanzenschutzmittel reduzieren auch die Bestände von wirbellosen Tieren, Vögeln und Amphibien, indem sie deren Nahrungsgrundlage vermindern. Die weit verbreitete Anwendung systemisch wirkender Insektizide bewirkt, dass diese Giftstoffe via Nektar und Pollen der Kulturpflanzen an viele blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft weitergegeben werden. Rückstände von Dünger und Pflanzenschutzmitteln verbleiben zudem in den Böden und können in Bäche, Flüsse und Seen gelangen, wo sie den Boden- und Gewässerorganismen schaden.

Verbesserungen, aber auch Defizite im Wald

Die Biodiversität der Wälder ist gegenüber anderen Ökosystemen in einem vergleichsweise guten Zustand. Seit den 1980er-Jahren ist die natürliche Waldverjüngung zunehmend die Regel, wodurch standortgerechte Baumarten und eine hohe genetische Vielfalt gefördert werden. Der Schweizer Wald beherbergt eine überaus reiche Biodiversität. Rund 40 Prozent der in der Schweiz vorkommenden Arten halten sich regelmässig im Wald auf, wachsen hier oder sind in mindestens einem Entwicklungsstadium vom Wald abhängig. Überdurchschnittlich hoch ist der Anteil an Waldarten bei den Fledermäusen, Bockkäfern, Grosspilzen und Flechten (Abb. 2). Die vom Biodiversitäts-Monitoring (BDM) untersuchten (häufigen und verbreiteten) Arten weisen eine stabile

bis positive Entwicklung auf. Auch die Waldvogelarten haben seit 1990 zugelegt. Bei einzelnen Artengruppen wie den Flechten, Moosen, Grosspilzen und Käfern ist der Anteil an gefährdeten und an potenziell gefährdeten Arten hingegen beträchtlich. Viele «Urwaldreliktarten» sind auf Alt- und Totholz oder lichte Standorte angewiesen. Im Schweizer Wald dominieren jedoch die mittleren Sukzessionsstadien, es mangelt an lichten Pionierphasen sowie an Alters- und Zerfallphasen. Erst seit den 1980er-Jahren nimmt das Volumen an Totholz im Schweizer Wald zu, unter anderem als Folge des Orkans «Lothar». Allerdings bestehen grosse regionale Unterschiede: Die Volumina an Totholz sind im Jura und im Mittelland nur rund halb so hoch wie jene in den Alpen und Voralpen.

Stark beeinträchtigte Gewässer und Feuchtgebiete

Besonders hoch ist der Anteil an bedrohten Lebensräumen und Arten in den Gewässern und Feuchtgebieten. Die meisten Gewässer und Moore im Kulturland wurden im vergangenen Jahrhundert trockengelegt, Flüsse, Bäche und Seen ihrer natürlichen Dynamik beraubt: Rund ein Fünftel der Schweizer Fliessgewässer sind heute entweder vollkommen künstlich, stark beeinträchtigt oder eingedolt; im Jura und im Mittelland sind gar über ein Drittel der Fliessgewässer beeinträchtigt. Zur Vermeidung von Hochwassern und Überschwemmungen wurde in den letzten Jahren ausserdem die

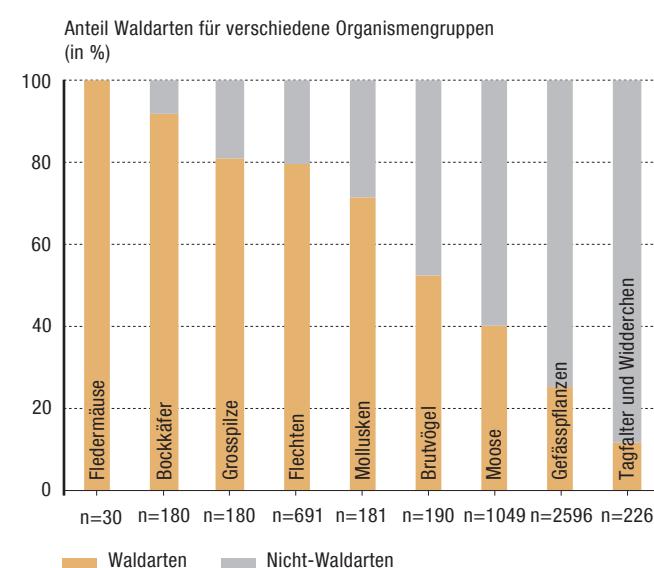


Abb. 2 Anteil an Waldarten unter den verschiedenen, in der Schweiz vorkommenden Organismengruppen. n= Zahl der untersuchten Arten. Quelle: Brändli & Bollmann 2015



Abb. 3 Die Renaturierung von Gewässern hat eine positive Auswirkung auf die ganze Biodiversität inklusive den Menschen.

Regulierung der Seenpegel intensiviert, was dazu führt, dass die natürlichen Wasserstandsschwankungen der Gewässer heute im Durchschnitt noch geringer sind und wertvolle wechselseitige Standorte wie Feuchtwiesen und Auen verschwinden. Zahlreiche Fließgewässer sind zudem durch künstliche, für Fische kaum überwindbare Barrieren und durch starke Pegelschwankungen unterhalb von Laufkraftwerken beeinträchtigt. Vielerorts sind Fließgewässer so stark eingetieft, dass sie vom Austausch mit den angrenzenden terrestrischen Habitaten abgekoppelt sind. Auch Einträge von Pestiziden (Überbegriff für Pflanzenschutzmittel und Biozide) und anderen Mikroverunreinigungen (Treibstoffzusätze, Arzneimittel, Kosmetika usw.) beeinträchtigen die Gewässerökosysteme. Einige dieser Stoffe können bereits in tiefen Konzentrationen Schädigungen bei Wasserorganismen hervorrufen.

Lebensräume der Alpen zunehmend unter Druck

Die Alpen bergen eine grosse Vielfalt an Lebensräumen und Arten. Tourismus- und Sportaktivitäten, Sportinfrastrukturen, die Wasserkraftnutzung, die Sicherung vor Naturgefahren, die intensive landwirtschaftliche Nutzung in Gunstlagen sowie die Nutzungsaufgabe von abgelegenen Wiesen und Weiden führen jedoch dazu, dass die alpinen Lebensräume immer stärker unter Druck geraten. Die Biodiversität in den Alpen wird überdies wegen der starken Höhengliederung und der damit ver-

bundenen der Bedeutung der Temperatur für den Lebensraum besonders durch den Klimawandel beeinflusst. Mit den Klimaveränderungen verschieben sich die Verbreitungsgebiete von Arten. Das BDM zeigt, dass wärmeliebende Pflanzen, Tagfalter und Vögel in höher gelegene Gebiete vordringen. Längerfristig könnten bisher ansässige Arten verdrängt werden und regional aussterben. Klimaveränderungen könnten auch einen indirekten Einfluss auf die Biodiversität der Alpen haben, weil sich dadurch die Nutzungen (Sport, Freizeit, Tourismus, Energie, Landwirtschaft) verändern bzw. intensivieren.

Siedlungen bieten Chancen und Risiken für die Biodiversität

Die wachsende Bevölkerung, der Wunsch nach mehr Wohnraum, die geforderte Verdichtung und die erhöhte Mobilität verstärken den Druck auf die Biodiversität im Siedlungsgebiet. Inzwischen sind 60 Prozent der Flächen im Siedlungsraum versiegelt. In den letzten 10 Jahren hat die Artenvielfalt in den Siedlungen weiter abgenommen, wie das BDM und Langzeiterhebungen im Kanton Aargau zeigen. Gleichzeitig bietet der Siedlungsraum ein bedeutendes Potenzial als Rückzugsort und Ersatzlebensraum vor allem für Tiere und Pflanzen des Offenlandes (Abb. 5). Unversiegelte Siedlungsflächen sind deutlich artenreicher als das Agrarland, zumindest diejenigen Tier- und Pflanzengruppen betreffend, die das BDM

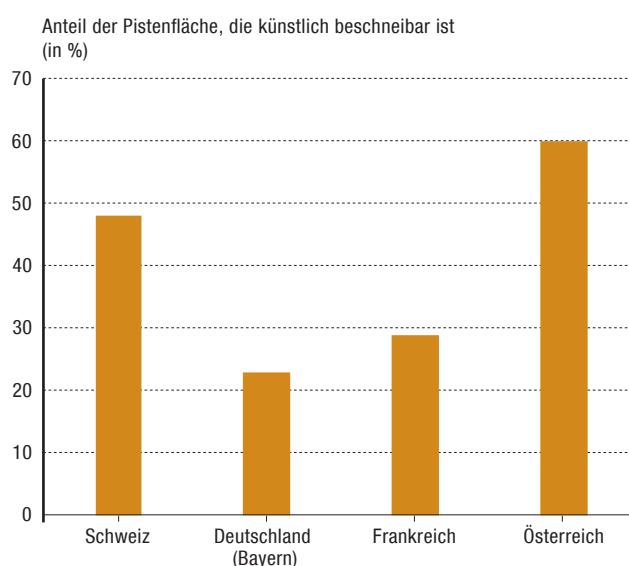


Abb. 4 Prozentualer Anteil von künstlich beschneiten Pistenflächen an der Gesamtfläche der Skipisten im internationalen Vergleich. Quellen: SBS 2015, WKÖ 2015, VDS 2015, Domaines skiables de France 2015



Abb. 5 Die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) findet in den alten Mauern unserer Städte und Dörfer geeignete Lebensräume.

beobachtet. Mit seinen kleinräumig strukturierten Standorten, einer hohen baulichen Dynamik und vielfältigen klimatischen Bedingungen bietet insbesondere der urbane Raum auch spezialisierten Arten (z. B. Ruderal- und Pionierpflanzen) ein Refugium – darunter finden sich allerdings auch invasive gebietsfremde Arten, die sich weiterverbreiten können.

Generalisten auf dem Vormarsch, Spezialisten im Rückzug

Die anhaltenden Qualitäts- und Flächeneinbussen der Lebensräume zeigen sich an den abnehmenden Beständen von Lebensraumspezialisten und der Zunahme von Generalisten, die keine besonderen Ansprüche an ihren Lebensraum stellen. So gleicht sich beispielsweise die Vegetation in vielen Lebensräumen der Schweiz über grosse geografische Räume hinweg immer mehr an: Die häufigen Arten verbreiten sich, während die Spezialisten zunehmend isoliert werden und deren Populationen zusammenbrechen. Diese Homogenisierung von Lebensräumen und Artengemeinschaften ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Landnutzungen immer ähnlicher bzw. intensiver werden und erhöhte Stickstoffeinträge zur grossflächigen Überdüngung von naturnahen Ökosystemen beitragen. So deutet die starke Präsenz des Löwenzahns in vielen Pflanzenbeständen und Lebensräumen auf einen flächendeckend steigenden Nährstoffeintrag hin (Abb. 6). Weil

seltene Arten verschwinden, gehen in verschiedenen Lebensräumen das Regionaltypische und Ursprüngliche und damit die biologische Vielfalt verloren.

Situation für bedrohte Arten hat sich nicht verbessert

Der Rückgang der Bestände vieler Tier-, Pflanzen-, Pilz- und Flechtenarten spiegelt sich in den Roten Listen der bedrohten Arten wider. Von den bisher bewerteten Arten (10 350) gelten 3 Prozent (255) als «in der Schweiz ausgestorben», 5 Prozent (554) als «vom Aussterben bedroht», 11 Prozent (1144) als «stark gefährdet» und 17 Prozent (1788) als «verletzlich». 10 Prozent (1053) der Arten gelten als «potenziell gefährdet» und bedürfen besonderer Aufmerksamkeit (Abb. 7). Bei ihnen besteht die Gefahr, dass sie künftig in eine Gefährdungskategorie gelangen.

Zusammen mit den bereits gefährdeten Arten ergibt sich eine bedrohliche Situation für fast die Hälfte aller in der Schweiz beurteilten einheimischen Arten. Alleine die Roten Listen der Gefässpflanzen (2016) und der Brutvögel (2010) wurden in den letzten Jahren aktualisiert und erlauben somit eine Einschätzung der Entwicklung. Gemäss den beiden Listen hat sich die Gefährdungssituation in den letzten 10 Jahren insgesamt kaum verbessert. Der Anteil gefährdeter Arten ist fast gleich geblieben, viele Arten erleiden weiterhin Arealrückgänge und eine Ausdünnung der Bestände.



Abb. 6 Das massenhafte Auftreten des Gemeinen Löwenzahns (*Taraxacum officinale*) weist leider in vielen Fällen auf eine reduzierte Biodiversität hin.

Gefährdungsbilanz
(in %)

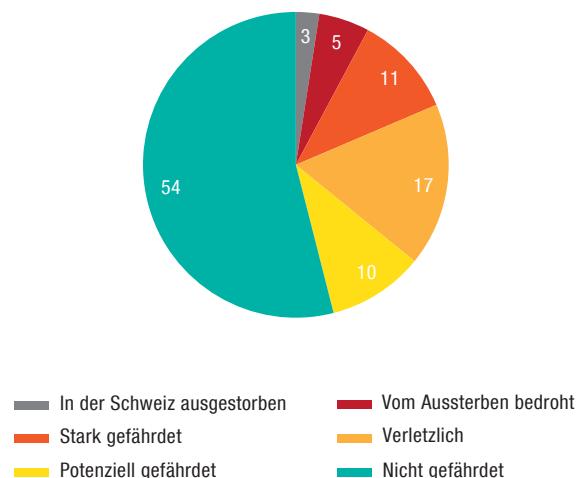


Abb. 7 Gefährdungsbilanz (in %) von 10 350 Tier-, Pflanzen- und Pilzarten, die im Rahmen der Roten Listen untersucht wurden. Quelle: BAFU

Mehr ausgewiesene Flächen für die Biodiversität

Der Bund hat in den vergangenen Jahren seine Anstrengungen zum Schutz der Biodiversität verstärkt, insbesondere mit der Förderung von ausgewiesenen Flächen für die Biodiversität. 2015 umfasste die Fläche der Biodiversitätsförderflächen (BFF) knapp 15 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz. Allerdings sind die regionalen Unterschiede gross. Im Berggebiet ist der Anteil deutlich höher als in der Talzone. Zu beachten ist zudem, dass nur rund ein Drittel aller Förderflächen ökologische Qualität (Qualitätsstufe II) aufweisen. Zugenommen hat auch die Gesamtausdehnung der Waldreservate: Der Anteil Waldreservate an der Schweizer Waldfläche betrug 2014 bereits 5,6 Prozent. Ebenfalls zugenommen hat die Gesamtfläche der national ausgewiesenen Flächen für die Biodiversität; dazu zählen die inventarisierten Auen, Moore, Amphibienlaichgebiete, Trockenwiesen und -weiden, die Eidgenössischen Jagdbanngebiete, die Wasser- und Zugvogelreservate sowie der Schweizerische Nationalpark. Die Fläche stieg von 29 449 Hektaren im Jahr 1991 auf 258 008 Hektaren im Jahr 2016 und macht inzwischen rund 6,2 Prozent der Landesfläche aus. Zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität tragen außerdem private Naturschutzgebiete und Biotope von regionaler und lokaler Bedeutung sowie die Smaragd- und Ramsargebiete bei. Insgesamt sind gegenwärtig rund 12,5 Prozent der Landesfläche für die Erhaltung der Biodiversität ausgewiesen.



Abb. 8 Die für die Biodiversität ausgewiesenen Flächen sind oft zerstückelt und klein.

Biotope von nationaler Bedeutung büssen an Qualität ein

Mit der Unterschutzstellung von national bedeutenden Mooren, Auen, Amphibienlaichgebieten und Trockenwiesen und -weiden konnten die Flächenverluste dieser besonders wertvollen Lebensräume gebremst werden. Die Qualitätsverluste infolge von Stickstoffeinträgen, Veränderungen des Wasseraushalts, Nutzungsaufgabe, Unsachgemässer Bewirtschaftung und anderen Einflüssen schreiten aber fort.

Damit die Schutzgebiete ihre Funktion erfüllen können, sind oft Regenerationen und Aufwertungen erforderlich. Wichtig ist zudem, dass sie adäquat gepflegt werden. Gemäss Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz müssen die Kantone dafür sorgen, dass der grundeigentümerverbündliche Schutz und die langfristige Pflege der nationalen Biotope gesichert sind. Eine Umfrage des BAFU bei den Kantonen zeigt, dass im Jahr 2014 erst bei 58 Prozent der Objekte der Rechtsschutz und der Unterhalt gewährleistet sind (Abb. 9). Hauptgründe für die magere Bilanz im Biotopschutz sind die ungenügenden finanziellen und personellen Ressourcen beim Bund und bei den Kantonen. Für die nötigen Unterhaltsmassnahmen braucht es nach Schätzung des BAFU das Doppelte der heute eingesetzten Mittel. Hinzu kommen einmalige Investitionen für Aufwertungen und Revitalisierungen.

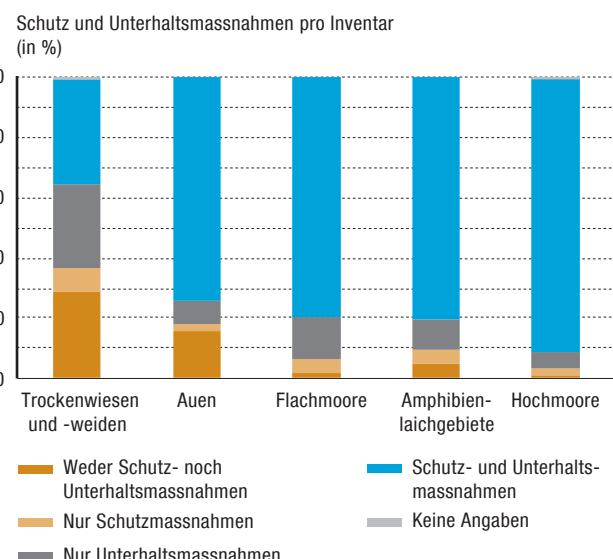


Abb. 9 Die Umsetzung des Biotopschutzes ist bei den Hochmooren am weitesten und bei den Trockenwiesen und -weiden am wenigsten weit fortgeschritten. Quelle: BAFU

1 > Einleitung

Biodiversität bezeichnet die Vielfalt des Lebens auf den Ebenen der Ökosysteme, der Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze, Mikroorganismen) und der Genetik. Ebenfalls zur Biodiversität gehören die Wechselwirkungen, die innerhalb und zwischen den Ebenen stattfinden. Sowohl die einzelnen Elemente als auch ihre Wechselwirkungen machen die Stabilität, Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Biodiversität aus.

Biodiversität ist die Grundlage unseres Lebens

In den letzten 100 Jahren ist die Biodiversität weltweit und auch in der Schweiz massiv zurückgegangen.¹ Diese Verluste wiegen schwer, denn die biologische Vielfalt und funktionierende Ökosysteme sind unsere wichtigste Lebensgrundlage. Sie tragen massgeblich dazu bei, dass uns Nahrungsmittel, Luft zum Atmen und Trinkwasser zur Verfügung stehen, sie regulieren das Klima und stabilisieren rutschgefährdete Hänge im Gebirge, sie schützen vor Hochwasser und Lawinen und halten die Nährstoffkreisläufe in Gang. Sinkt die Biodiversität, besteht die Gefahr, dass diese Funktionen nach und nach beeinträchtigt werden.²

Ökosystemfunktionen, die dem Menschen dienen, werden als Ökosystemleistungen bezeichnet.³ Beispiel: 2014 profitierten rund 39 000 Hektaren Kulturländer von der Bestäubung durch Tiere, was 4 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche und 13 Prozent der Acker- und Dauerkulturländer entspricht.⁴ Die Analyse der Ökosystemleistungen hilft, den Nutzen von Biodiversität und Ökosystemfunktionen zu erkennen und zu evaluieren – teilweise auch monetär. Damit lassen sich die Folgen von Konsum- und Investitionsentscheidungen für die Natur offenlegen und deren Rückwirkungen auf das menschliche Wohlergehen illustrieren sowie politische Steuerungsinstrumente zur Sicherung dieser Leistungen entwickeln.



Abb. 10 Der Weissdolch-Bläuling (*Polyommatus damon*) ist aus dem Jura und dem Mittelland verschwunden, weil hier seine Wirtspflanze, die Esparsette (*Onobrychis spp.*), nur noch selten in grossen Beständen anzutreffen ist.



Abb. 11 Die verschiedenen Ökosystemleistungen der Biodiversität. Quelle: Millennium Ecosystem Assessment

Die meisten Ökosystemleistungen sind öffentliche Güter und werden nicht auf Märkten gehandelt. Sie werden ganz selbstverständlich kostenlos genutzt. Dieser Umstand führt zur Übernutzung der natürlichen Ressourcen und zu einem Abbau des Naturkapitals und hat zur Folge, dass auch die «Dividenden» (Produkte und Leistungen) des Naturkapitals, von denen wir profitieren dürfen, zurückgehen. In der EU wurden die jährlichen Kosten für die zu kompensierenden Ökosystemleistungen, die aus den Biodiversitätsverlusten resultieren, bis 2050 auf rund 4 Prozent des Bruttoinlandprodukts (BIP) geschätzt.⁵ Die Quantität und Qualität der erbrachten Ökosystemleistungen in der Schweiz sind mit jenen in EU-Ländern vergleichbar. Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass ein Nichthandeln auch die Schweiz wesentlich teurer zu stehen käme als die Aufwendungen für einen wirkungsvollen Schutz bzw. die Förderung der Biodiversität heute.

Die Biodiversität ist auch eine notwendige Bedingung für die Sicherung von individuellen Grundrechten auf bestimmte natürliche Ressourcen, etwa das moralische Recht auf reine Luft oder das Recht auf sauberes Trinkwasser. Darüber hinaus besteht eine ethische Verpflichtung, die Wahl- und Handlungsmöglichkeiten nachkommender Generationen nicht irreversibel einzuschränken – etwa durch eine stark beeinträchtigte Biodiversität. Schliesslich gilt es, den Wert der Biodiversität als solchen anzuerkennen – unabhängig vom Nutzen, den sie für die Menschen hat. Diese Verantwortung ist in der Bundesverfassung festgehalten.⁶



Abb. 12 «Grün» allein ist kein Reichtum. Die homogene Pflanzenzusammensetzung und fehlende Kleinstrukturen (Sträucher, Hecken) zeugen vielmehr von einer geringen Artenvielfalt.

Biodiversität muss überwacht werden

Die Bundesverfassung verlangt eine dauerhafte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen. Die biologische Vielfalt ist zu schützen, bedrohte Arten sind vor dem Aussterben zu bewahren. Dazu bedarf es der Erfassung und Überwachung der Biodiversität. Daten und Fakten zum Zustand und zur Entwicklung der biologischen Vielfalt bilden die Grundlage, um Probleme frühzeitig zu erkennen, Ziele festzulegen, die entsprechenden Schutz- und Fördermassnahmen zu ergreifen und die Wirkung von Massnahmen zu bestimmen. Das Monitoring der biologischen Vielfalt in der Schweiz und dessen Vernetzung mit anderen Umweltbeobachtungsprogrammen ist ein Auftrag gemäss der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV Art. 27a). Die Schweiz hat sich zudem mit der Unterzeichnung der Biodiversitätskonvention (CBD) von Rio im Jahr 1992 dazu verpflichtet, ihre biologische Vielfalt langfristig zu überwachen.

Der Bund beobachtet mit mehreren Monitoringprogrammen verschiedene Umweltbereiche wie etwa Boden, Gewässer, Landschaft, Luft und Wald.⁷ Spezifisch auf die Biodiversität der Schweiz ausgerichtet sind vier Monitoringprogramme:

- > BDM (Biodiversitäts-Monitoring Schweiz);
- > WBS (Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz);
- > ALL-EMA (Arten und Lebensräume Landwirtschaft);
- > Rote Listen.



Abb. 13 Diese Blumenwiese am Jurafuß beherbergt neben unzähligen Blütenpflanzen auch eine grosse Vielfalt an Tierarten.

Einen Beitrag zur Erfassung der Biodiversität leisten auch die eidgenössischen Jagd- und Fischereistatistiken, der Schweizer Brutvogelatlas, das schweizerische Landesforstinventar (LFI), die biologischen Untersuchungen der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) und der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) sowie die Sammlungen der nationalen Daten- und Informationszentren (InfoSpecies).

Weil es unmöglich ist, die gesamte Biodiversität auf der ganzen Fläche der Schweiz zu erfassen, konzentrieren sich die Programme zur Überwachung der Biodiversität meist auf die Messung von repräsentativen Aspekten. Solche Messgrößen (oder Indikatoren) sind beispielsweise die Anzahl Arten auf den Roten Listen, die Nährstoffverhältnisse in Hochmooren oder die Grösse der für die Biodiversität ausgewiesenen Flächen. Dabei liegt der Fokus auf aussagekräftigen und allgemein zu bestimmenden Organismengruppen wie Pflanzen oder Vögeln. Im Zentrum der Untersuchungen steht die Art, weil sie die am einfachsten zu messende Einheit ist. Die Artenzahl allein lässt aber noch keine umfassende Beurteilung der Biodiversität zu. Wenn zum Beispiel die Artenzahl durch das Auftreten von invasiven gebietsfremden Arten steigt und gleichzeitig die seltenen spezialisierten Arten zurückgehen, tritt trotz konstanter oder sogar ansteigender Artenzahl ein Verlust an Biodiversität ein. Erst die genaue und statistisch abgesicherte Analyse unterschiedlicher Indikatoren für die verschiedensten Aspekte der Biodiversität erlaubt eine Aussage über deren Gesamtentwicklung.

Die vier nationalen Programme zur Überwachung der biologischen Vielfalt untersuchen jeweils unterschiedliche Facetten der Biodiversität:

Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM)

Das 2001 lancierte Programm «Biodiversitäts-Monitoring Schweiz» (BDM) fokussiert auf die Arten der «Normallandschaft» der Schweiz, das heisst der genutzten, nicht geschützten Flächen. Es unterhält zwei eigene Messnetze, um die Artenvielfalt in Landschaften und in Lebensräumen zu beobachten: 450 regelmässig über die Schweiz verteilte Stichprobenflächen von je 1 Quadratkilometer (Abb. 14) und 1450 Stichprobenflächen von je 10 Quadratmetern (Abb. 15). Hinzu kommt ein Messnetz zur Überwachung der Gewässerinsekten, das rund 570 Gewässerstrecken erfasst (Abb. 15).

Die drei Messnetze und der Erhebungszyklus von fünf Jahren machen die Entwicklungen von Brutvögeln, Gefässpflanzen, Gewässerinsekten, Mollusken, Moosen und Tagfaltern erkennbar und erlauben die Herleitung von drei Hauptindikatoren:

- > Der Indikator «Artenvielfalt in Landschaften» zeigt auf, wie viele verschiedene Arten von Gefässpflanzen, Brutvögeln und Tagfaltern in den Landschaften der Schweiz vorkommen.



Abb. 14 Das Messnetz des BDM für den Indikator «Artenvielfalt in Landschaften». Quelle: BDM



Abb. 15 Das Messnetz des BDM für den Indikator «Artenvielfalt in Lebensräumen». Quelle: BDM

- > Der Indikator «*Artenvielfalt in Lebensräumen*» dokumentiert, wie sich die Artenvielfalt der Gefässpflanzen, Moose, Mollusken und Gewässerinsekten in wichtigen Lebensräumen und in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz entwickelt.
- > Der Indikator «*Vielfalt von Artengemeinschaften*» zeigt auf, wie sich die Artenzusammensetzungen der Brutvögel, Tagfalter und Gefässpflanzen innerhalb einzelner Nutzungstypen und in den verschiedenen Regionen der Schweiz entwickeln.

Die Stärke des BDM besteht vor allem darin, den längerfristigen Effekt grossflächig wirkender, allgemeiner Umweltveränderungen (z. B. Stickstoffeinträge, Intensität der Landnutzung, Klimawandel) auf die Artengemeinschaften nachzuweisen.

Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS)

Wie es um die national bedeutenden Lebensräume steht, dokumentiert die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS). Das 2011 von BAFU und Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL lancierte Projekt untersucht mittels floristischer und faunistischer Erhebungen sowie mit Luftbildanalysen, ob sich die in den nationalen Inventaren aufgeführten Auen, Moore (Flachmoore und Hochmoore), Amphibienlaichgebiete sowie Trockenwiesen und -weiden gemäss ihren Schutzz Zielen entwickeln und in ihrer Fläche und Qualität erhalten bleiben (Abb. 16). Das Aufnahmeverfahren

der Vegetation in den verschiedenen Biotoptypen ist dasselbe wie beim BDM und ermöglicht es, Veränderungen in der Normallandschaft mit jenen in den Biotopen von nationaler Bedeutung zu vergleichen. Der erste Erhebungszyklus schliesst 2017.

Monitoring Arten und Lebensräume Landwirtschaft (ALL-EMA)

Das 2015 gestartete Monitoringprogramm ALL-EMA (Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et Milieux Agricoles) misst mittels floristischer Erhebungen die Entwicklung der Arten- und Lebensraumvielfalt speziell in der durch die Landwirtschaft geprägten Kulturlandschaft. Das Programm ist in das Konzept der Agrarumweltindikatoren des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) integriert. Es basiert auf demselben Messraster wie das BDM und auf denselben floristischen Messmethoden wie die WBS, konzentriert sich aber auf 170 Landschaftsausschnitte und mittelhäufige Lebensräume im Kulturland (Abb. 17). Der erste Erhebungszyklus schliesst 2019.

Roten Listen

Die Roten Listen enthalten Angaben zu den gefährdeten Pflanzen-, Tier- und Pilzarten. Diese liegen für 27 Organismengruppen vor und umfassen rund ein Drittel aller bekannten Arten in der Schweiz. Die Kriterien zur Einstufung der Arten in die verschiedenen Gefährdungskategorien («vom Aussterben bedroht», «stark gefährdet», «verletzlich») basieren auf einer Kombination von Faktoren, welche die Ausster-



Abb. 16 Die Stichprobe des Monitoringprogramms «Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz» – WBS.

Quelle: WBS

bewahrscheinlichkeit massgeblich bestimmen, d. h. effektiv besiedelte Fläche, Grösse und Isolationsgrad der Populationen sowie Bestandsveränderungen. Sie entsprechen den Kriterien der Weltnaturschutzunion IUCN. Ziel ist es, mittels international abgestützter Richtlinien die Objektivität der Einstufung und auch die Vergleichbarkeit der Roten Listen auf nationaler und internationaler Ebene zu verbessern.

Die Roten Listen haben zum Ziel, die Entwicklung der gefährdeten Arten über einen langen Zeitraum nachzuzeichnen. Um dies gewährleisten zu können, werden sie regelmässig revidiert. Im Rahmen der nationalen Priorisierungen wurde 2013 ein zweites Expertengutachten über den Zustand der Lebensräume verfasst, das ab 2017 als Rote Liste der gefährdeten Lebensräume vom BAFU anerkannt wird.

Inhalt und Aufbau des Berichts

Dieser Bericht basiert auf den Monitoringdaten des Bundes, statistischen Auswertungen und weiterführenden Studien. Er analysiert den Zustand der Biodiversität der Schweiz auf den Ebenen «Lebensräume», «Arten» und «Gene» und beschreibt die Ursachen für die anhaltenden Verluste. Um ein differenziertes Bild zu erhalten, beurteilt der Bericht die Situation der Biodiversität in Bezug auf verschiedene Ökosysteme. Er zeigt die Lage im Agrarland, im Wald, in den Gewässern und Feuchtgebieten, in den Alpen sowie im Siedlungsraum auf. Im letzten Kapitel werden Massnahmen zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität in der Schweiz skizziert.



■ Stichprobenflächen

Abb. 17 Das Messnetz des Monitoringprogramms «Arten und Lebensräume Landwirtschaft» – ALL-EMA. Quelle: ALL-EMA

2 > Lebensräume

Der Verlust von Lebensräumen und die Verschlechterung der Lebensraumqualität bedrohen die Biodiversität in der Schweiz. Hauptursachen für den negativen Trend sind die wachsenden Siedlungen und Verkehrsanlagen – verbunden mit Flächenverbrauch und Zerschneidung des Raumes –, die intensive Landwirtschaft sowie die Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten.

Die Schweiz verfügt dank ihrer Topografie mit bedeutenden Höhenunterschieden, ihrer abwechslungsreiche Geologie, einer heterogenen Niederschlagsverteilung und verschiedenenartigen traditionellen Bewirtschaftungsformen über eine grosse Vielfalt an Lebensräumen mit jeweils typischen Arten. Die Forschung hat 235 verschiedene Lebensraumtypen beschrieben, darunter beispielsweise Moränen mit Pioniervegetation, wärmeliebende Trockenrasen oder Flaumeichenwälder.⁸ Diese Vielfalt ist jedoch stark unter Druck. Knapp die Hälfte der untersuchten Lebensraumtypen gilt inzwischen als bedroht.⁹ Von vielen Lebensräumen sind nur noch Restflächen übrig geblieben. Diese Verluste wiegen schwer, denn viele Lebensräume können nach einer Zerstörung oder Nutzungsänderung bzw. Intensivierung nur bedingt und mit gros-

sem Aufwand oder überhaupt nicht mehr wiederhergestellt werden. Seit national bedeutende Flach- und Hochmoore, Auen, Amphibienlaichgebiete und Trockenwiesen und -weiden unter Schutz stehen, konnten die Flächenverluste dieser besonders wertvollen Lebensräume zwar gebremst werden. Die Qualitätsverluste infolge von Stickstoffeinträgen, Veränderungen des Wasserhaushalts, Nutzungsaufgabe und anderen Einflüssen schreiten aber fort.

Die Bedrohung der Lebensräume und ihrer Artgemeinschaften ist in den meisten Fällen nicht auf einen einzelnen Faktor zurückzuführen, sondern auf das gleichzeitige Auftreten verschiedener Ursachen, deren Wirkungen sich gegenseitig verstärken können.

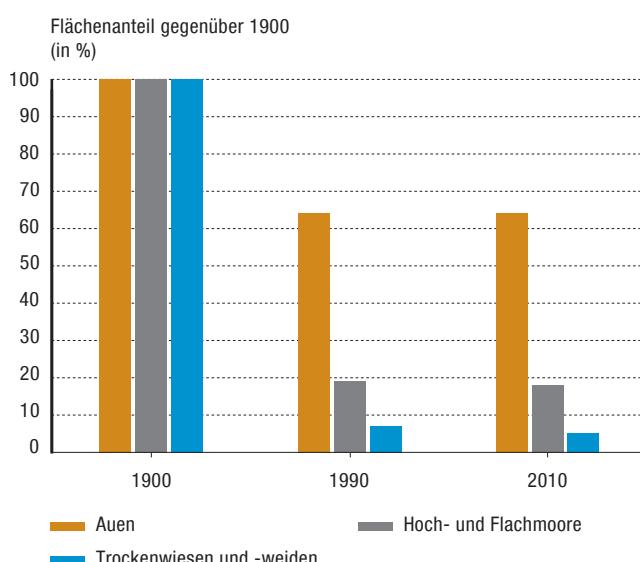


Abb. 18 Flächenveränderungen von Auen, Mooren, Trockenwiesen und -weiden seit 1900. Quelle: Lachat et al. 2010

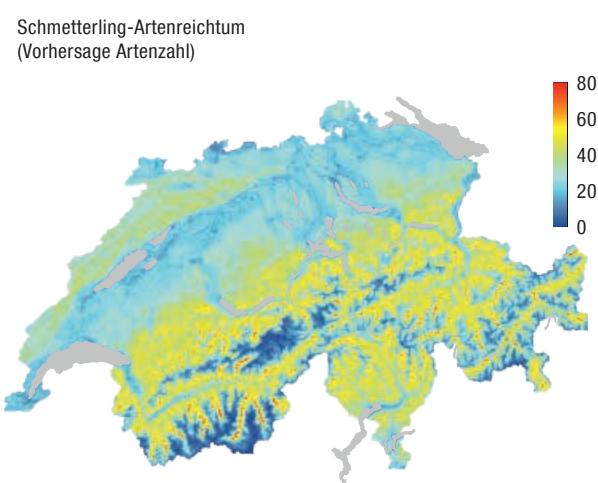


Abb. 19 Schweizer Karte des Schmetterling-Artenreichtums, basierend auf den Daten des BDM. Die Arten konzentrieren sich dort, wo die Nutzungen weniger intensiv sind. Quelle: BDM

Intensive Nutzung der Landfläche und der Gewässer

Einer der Gründe für die anhaltenden Biodiversitätsverluste ist das starke Wachstum der Siedlungsfläche. Zwischen 1985 und 2009 hat sich der Anteil der Siedlungsflächen in der Schweiz um 23 Prozent erhöht (Abb. 20).¹⁰ Besonders hoch war der Landverbrauch in den Tallagen im Tessin, im Wallis und in Graubünden sowie im Mittelland, wo der Siedlungsanteil in diesem Zeitraum doppelt so stark zugenommen hat wie im Landesdurchschnitt. Der Wandel ist Ausdruck sich ändernder gesellschaftlicher Bedürfnisse und Ansprüche. Für das Wohnen wird immer mehr Fläche pro Person in Anspruch genommen, aber auch die individuelle Mobilität fordert ihren Tribut. Ein Ende des Wachstums ist nicht in Sicht, auch wenn der Landverbrauch in den letzten Jahren etwas gebremst wurde. Heute wird pro Sekunde 0,69 Quadratmeter Boden versiegelt oder in zumeist artenarme Rasenflächen (Golfplätze, Sportanlagen usw.) umgewandelt.¹¹

Die Ausbreitung der Siedlungen und Infrastrukturen hat zudem zur Folge, dass die Lebensräume in einzelne, voneinander getrennte Flächen zerschnitten und die Tier- und Pflanzenpopulationen isoliert werden. Die Artenbestände und deren genetische Vielfalt werden kleiner, wodurch das Aussterberisiko steigt. Im Mittelland hat sich die Zerschneidung der Landschaft in den letzten 30 Jahren verdoppelt (Abb. 21).¹² Der Zerschneidungsgrad lässt sich am Wert der «effektiven Maschenweite» ablesen. Dieser Wert drückt die Wahrscheinlichkeit aus, dass zwei zufällig gewählte Punkte in einem

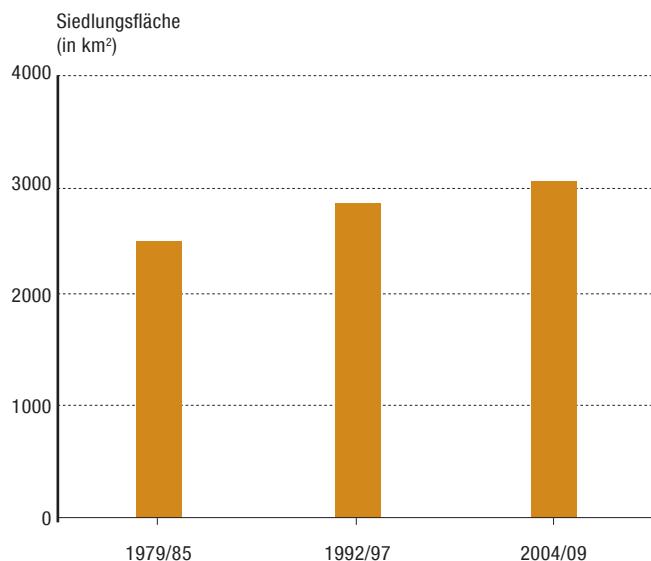


Abb. 20 Siedlungsfläche. Quelle: BFS, Arealstatistik

Energiestrategie 2050

Im Rahmen der Energiestrategie 2050 sollen vor allem Anlagen realisiert werden, die mit möglichst wenigen Eingriffen in die Natur einen möglichst grossen Nutzen für die Stromproduktion bringen. Mit einer Vollzugshilfe im Bereich Kleinwasserkraftwerke bieten BAFU, BFE und ARE den Kantonen Hilfe an, wie sie mit den sich teilweise widersprechenden gesetzlichen Zielen für die Wasserkraft nach Energiegesetz und den Zielen für den Gewässerschutz sowie Arten-, Lebensraum- und Landschaftsschutz umgehen können. Die Vollzugshilfe zeigt auf, wo sinn- und massvolle Nutzungen möglich sind, und wo der Schutz Vorrang hat.

Gebiet verbunden und nicht durch Barrieren wie Verkehrswege oder Siedlungen getrennt sind. Für die Gesamtschweiz lag der Wert der effektiven Maschenweite im Jahr 2007 bei 282,9 Quadratkilometern – dies entspricht einem gleichmässigen Raster der Zerschneidungselemente von nur 15 Kilometern Kantenlänge.¹³ Am geringsten ist die Zerschneidung in den Alpenregionen, was allerdings wegen der grossen ungenutzten Gebiete relativiert werden muss. Hier konzentriert sich die Zerschneidung vor allem auf die Talböden. Die Werte der effektiven Maschenweite in den drei Alpenregionen liegen zehn- bis zwanzigmal höher als der entsprechende Wert in der Region Jura; dieser ist wiederum achtmal höher als jener im Mittelland.

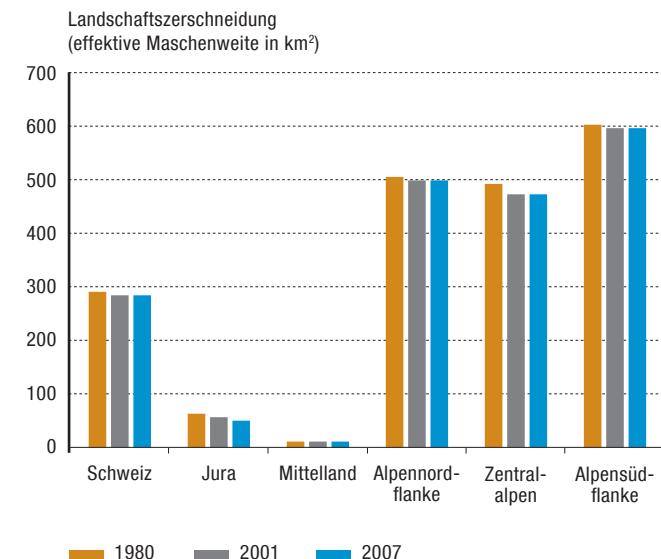


Abb. 21 Die effektive Maschenweite in verschiedenen Regionen der Schweiz. Quelle: Vector25, Bundesinventare

Zwischen 1985 und 2009 wurden 54 516 Hektaren Landwirtschaftsflächen in Siedlungsfläche umgewandelt (davon sind 60 Prozent versiegelt; Abb. 22). Das entspricht zwei Dritteln der in dieser Periode verlorenen Landwirtschaftsfläche. Weitere 9 302 Hektaren gingen in die Kategorie «Wald und naturnahe Flächen» über. Vor allem in den höheren Lagen sowie auf abgelegenen und steilen Flächen hat sich infolge von Nutzungsaufgaben der Wald ausgebretet. Das verbliebene Kulturland wird häufig unter starkem Einsatz von Düngern und Pestiziden bewirtschaftet (siehe Kapitel 2.1). Diese problematischen Stoffe verbleiben in den Böden und gelangen auch in die Böden und Gewässer, wo die Boden- und Wasserorganismen geschädigt werden und das ökologische Gleichgewicht gestört wird. Nach wie vor gehen auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche Kleinstrukturen und damit Lebensräume für zahlreiche Arten verloren. Feuchte Stellen werden entwässert oder zugeschüttet.

Auch die Schweizer Fliessgewässer werden intensiv beansprucht, insbesondere für die Stromerzeugung oder die landwirtschaftliche Bewässerung. Wasserkraftwerke entnehmen den Flüssen und Bächen grosse Mengen an Wasser.¹⁴ Nach der Nutzung fliesst dieses Wasser an einem anderen Ort in dasselbe oder in ein anderes Gewässer zurück. Als Restwasser wird derjenige Teil des Wassers bezeichnet, der zwischen Entnahmestelle und Rückgabestelle im Gewässerbett verbleibt. Von den rund 1500 Entnahmestellen für die Wasserkraftnutzung muss rund die Hälfte wegen ungenügender

Massnahmen zur Emissionsminderung

Auf der Basis von gesetzlichen Grundlagen haben Bund, Kantone und Gemeinden Massnahmen getroffen, um die Stickstoffeinträge zu senken. Zwischen 1990 und 2010 ging der Ausstoss an Stickoxiden (hauptsächlich aus Verkehr und Industrie) in die Luft um 47 Prozent zurück.¹⁶ Während bei den Stickoxiden seither weitere Erfolge verbucht werden konnten, hat sich beim Ammoniak in den letzten Jahren wenig verändert: Die Emissionen nahmen zwischen 1990 und 2010 lediglich um 13 Prozent ab,¹⁷ wobei die Emissionsminderungen hauptsächlich auf den sinkenden Rindviehbestand zwischen 1990 und 2000 zurückzuführen sind. 93 Prozent der Ammoniakemissionen stammen aus der Landwirtschaft; sie entstehen vor allem bei der Nutztierhaltung im Stall, beim Lagern von Hofdünger sowie bei dessen Ausbringung auf den Feldern. Der Bundesrat fordert im Bericht «Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes» (2009) eine Emissionsreduktion um ca. 40 Prozent beim Ammoniak und stellt fest, dass eine Verminderung der Umweltbelastung nur durch Massnahmen an der Quelle, das heisst durch die Verminderung des Schadstoffausstosses möglich ist.

Restwassermengen saniert werden.¹⁵ Zahlreiche mittlere bis grössere Fliessgewässer im Schweizer Alpen- und Voralpenraum sind zudem von raschen Pegelveränderungen (Schwall und Sunk) betroffen. Das kann die Wasserkraftnutzung die Gewässerlebensräume erheblich beeinträchtigen. Rund 100 Kraftwerkanlagen müssen saniert werden. Die kostende-

Landwirtschaftsflächen, wichtigste neu entstandene Nutzungen 1985–2009



Abb. 22 Die wichtigsten neu entstandenen Nutzungen auf zuvor landwirtschaftlich genutzten Flächen.
Quelle: BFS – Arealstatistik

ckende Einspeisevergütung (KEV) für Strom aus erneuerbaren Energien hat in der Schweiz zudem zahlreiche Projekte für Kleinwasserkraftwerke ausgelöst, die den Druck auf die Gewässerlebensräume verstärken dürften.

Lokale Stickstoffeinträge wirken grossräumig

Von Natur aus beträgt der atmosphärische Eintrag von biologisch aktivem Stickstoff 0,5 bis 2 Kilogramm pro Hektare und Jahr. Inzwischen gelangen in der Schweiz jedoch allein durch atmosphärische Einträge jedes Jahr im Durchschnitt 19 Kilogramm Stickstoff pro Hektare in den Boden. Je nach Standort schwankt dieser Wert zwischen 3 und 54 Kilogramm (Abb. 24).¹⁷ Rund ein Drittel der atmosphärischen Stickstoffeinträge stammt von Stickoxiden aus Verbrennungsprozessen (Verkehr, Industrie und Heizungen), etwa zwei Drittel haben ihren Ursprung in Ammoniakemissionen der Landwirtschaft, Sie entstehen vor allem bei der Stallhaltung und allgemein bei der Haltung von Nutztieren, bei der Güllefäulnis und beim Ausbringen von Hofdünger auf den Feldern. Über die Luft gelangen die reaktiven Stickstoffverbindungen auch in weit entfernte, empfindliche Ökosysteme. Aus diesem Grund sind 100 Prozent aller Hochmoore, 84 Prozent der Flachmoore und 42 Prozent der Trockenwiesen und -weiden sowie 95 Prozent der Wälder durch übermässige Stickstoffeinträge aus der Luft beeinträchtigt.¹⁸ Diese Beurteilung der Übermässigkeit basiert auf den Critical Loads (kritische Eintragswerte) für Stickstoff, welche im Rahmen der UNECE-Konvention über weiträumige

Grüne Wirtschaft

Das BAFU engagiert sich für die Verbreitung von umweltverträglichen und ressourcenschonenden Produktions- und Konsummustern. Dazu werden zwei Stossrichtungen verfolgt: Produktorientierte Massnahmen bezeichnen die Steigerung von Angebot und Nachfrage ökologisch optimierter Produkte. Konsumorientierte Massnahmen sollen umweltbewusste Nutzungsentscheide und Lebensweisen fördern. Im Rahmen der wirtschaftlichen Entwicklungszusammenarbeit verfügt die Schweiz zudem über Programme, die unter anderem den nachhaltigen Handel und Investitionen in Biodiversitätsprodukte (z. B. Nahrungsmittel, Zutaten für Pharmazie und Kosmetik, Zierblumen), den Schutz des Tropenwaldes oder die Etablierung von Nachhaltigkeitslabels im internationalen Rohstoffhandel fördern.

grenzüberschreitende Luftverunreinigung festgelegt werden.¹⁹ Diese Überdüngung mit Stickstoff führt dazu, dass spezialisierte oligotrophe Arten mittel- bis langfristig verschwinden. Die BDM-Daten zeigen, dass in artenreichen Heuwiesen im Berggebiet die Stickstoffdeposition dazu führt, dass Pflanzenarten, die das hohe Nährstoffangebot besser verwerten können, schneller wachsen und die konkurrenzschwachen, an eine geringe Nährstoffversorgung angepassten Arten verdrängen.²⁰ Die flächendeckenden Stickstoffeinträge sind neben der direkten Zerstörung von Lebensräumen zu einer der grössten Gefahren für die Biodiversität der Schweiz geworden.

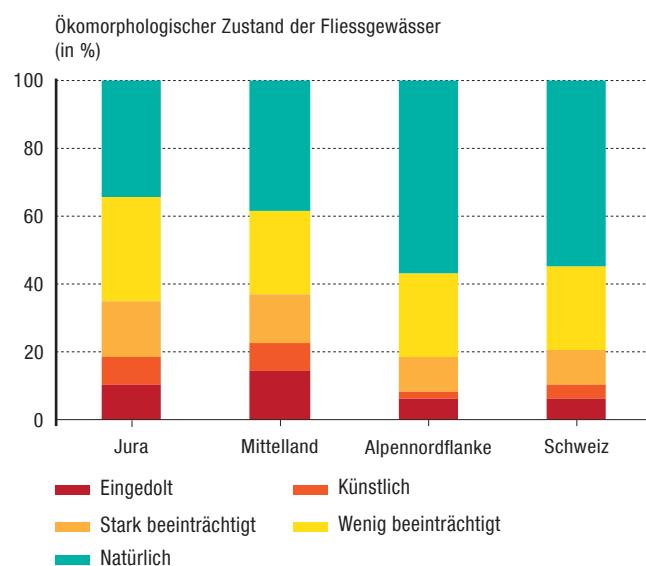


Abb. 23 Regionaler und nationaler ökomorphologischer Zustand der Fließgewässer. Quelle: BAFU

Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads)

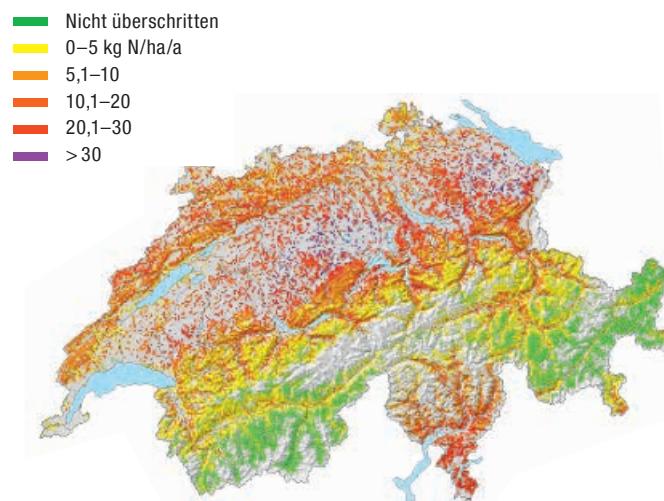


Abb. 24 Überschreitung der kritischen Belastungsgrenzen (Critical Loads) für Stickstoffeinträge in naturnahe Ökosysteme für das Jahr 2010. Grau: keine stickstoffempfindlichen Ökosysteme. Quelle: BAFU/Meteotest

Konsum beeinträchtigt die Biodiversität im In- und Ausland

Seit Mitte des letzten Jahrhunderts stieg der Konsum in der Schweiz massiv an. Er beeinflusst die Biodiversität indirekt über die Landnutzung, den Bedarf an Rohstoffen, die Umweltbelastung des Verkehrs und des Energiebedarfs und über die gesamte vor- und nachgelagerte Wertschöpfungskette. Der Biodiversitäts-Fussabdruck der Schweiz befindet sich weit über einem mit den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten vereinbarenden Bereich.²¹ Er hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Der steigende Ressourcenkonsum führt dazu, dass ein immer grösserer Anteil des konsumbedingten Biodiversitäts-Fussabdrucks im Ausland verursacht wird: Im Jahr 1996 belief er sich auf etwas mehr als die Hälfte, 2011 lag er bei über rund zwei Dritteln.²² Der hohe Anteil hängt damit zusammen, dass die Schweiz als kleine, offene Volkswirtschaft zunehmend auf Importe angewiesen ist. Dies lässt sich anhand des Konsums einer Tasse Kaffee veranschaulichen: Die gesamte Wertschöpfungskette reicht vom Anbau der Kaffeepflanzen über die Gewinnung, Röstung und den Transport der Bohnen sowie die Produktion der Kaffeemaschine selber bis zum Verbrauch von Strom und Wasser für das Getränk und die Entsorgung der Abfälle. Für die Tasse Kaffee fallen somit an ganz verschiedenen Orten Umweltbelastungen an. Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung ist in den vergangenen 15 Jahren nicht im gleichen Ausmass gewachsen wie die Wirtschaft, das heisst die Ressourceneffizienz hat sich verbessert. Von einem naturverträglichen Mass des Ressourcenverbrauchs ist die Schweiz aber noch weit entfernt.

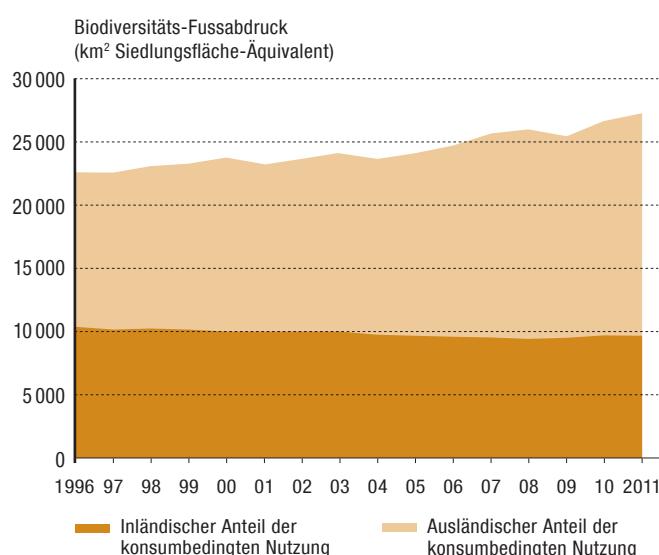


Abb. 25 Biodiversitäts-Fussabdruck. Quellen: BAFU, Frischknecht et al. 2014

Schweizer Klimapolitik und Biodiversität

Im März 2012 verabschiedete der Bundesrat den 1. Teil seiner Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Die Strategie zeigt Handlungsfelder für die verschiedenen Politiksektoren auf. Im Sektor Biodiversitätsmanagement wird folgender Handlungsbedarf ausgewiesen: Die klimabedingte Veränderung der genetischen Vielfalt, der Arten und Lebensräume muss verstärkt untersucht und überwacht werden. Besonders klimasensitive Arten und Lebensräume müssen identifiziert und Fördermaßnahmen auf die klimabedingten Veränderungen ausgerichtet werden. Dies betrifft besonders Gewässer- und Feuchtlebensräume sowie alpine Lebensräume, wobei die Schweiz für letztere eine besondere Verantwortung trägt. Der Klimawandel erhöht zudem den Handlungsbedarf in den Bereichen Vernetzung, invasive gebietsfremde Arten, Erhaltung der genetischen Vielfalt, Monitoring und grenzüberschreitende Zusammenarbeit.

Klimawandel

Die Biodiversität der Schweiz gerät durch den Klimawandel zusätzlich unter Druck. Während der letzten 50 Jahre haben die Winter- und Frühlingsniederschlagsmengen an den meisten Messstationen der Schweiz ab- und die Durchschnittstemperaturen zugenommen.²³ Arten reagieren unterschiedlich auf Faktoren wie Temperatur und Feuchtigkeit. Mit den Klimaveränderungen können sich ihre Verbreitungsgebiete verschieben. So breiten sich etwa vermehrt Tagfalter-, Libel-

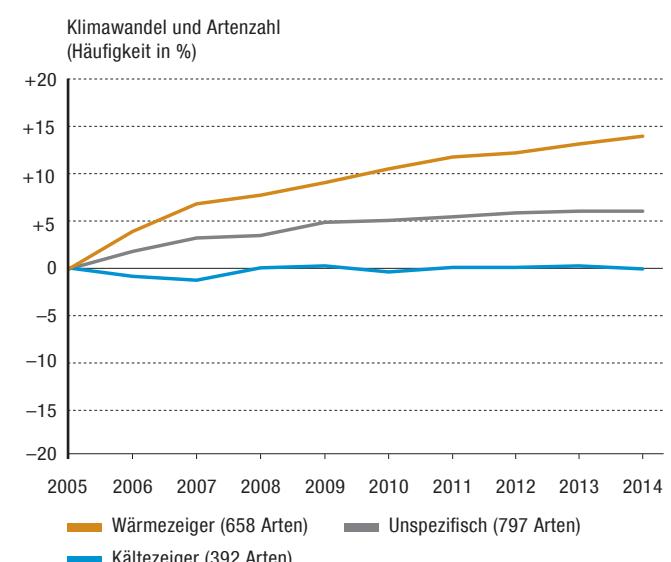


Abb. 26 In Schweizer Landschaften nehmen die wärmezeigenden Gefäßpflanzen zu. Quelle: BDM

len-, Vogel- und auch einige Pflanzenarten aus dem Mittelmeerraum in der Schweiz aus. Gemäss den Daten des BDM haben in den Tieflagen vor allem kurzlebige und trockenheitsresistente Arten und Neophyten signifikant zugenommen. Das BDM zeigt zudem, dass wärmeliebende Pflanzen, Tagfalter und Vögel in bisher kühlere Gebiete vordringen und dass sich so die Höhenverbreitung von ganzen Artengemeinschaften verschiebt. Innerhalb von bloss acht Jahren sind Pflanzen im Durchschnitt um 8 Meter, Vögel und Tagfalter um etwa 40 Meter in die Höhe gewandert.²⁴ Die Verschiebung der Vegetationszonen führt zudem zu einem Schrumpfen der alpinen und nivalen Höhenstufe. Charakteristische alpine Pflanzenarten dürften in Zukunft verstärkt unter Druck geraten.

Invasive gebietsfremde Arten

Zu einem wachsenden Problem sind invasive gebietsfremde Arten geworden (Abb. 27). Damit werden diejenigen Arten bezeichnet, von denen bekannt ist oder angenommen werden muss (potenziell invasiv), dass sie durch ihre Ausbreitung in der Schweiz die biologische Vielfalt sowie Ökosystemleistungen und deren nachhaltige Nutzung beeinträchtigen oder Mensch und Umwelt gefährden können. Von den über 800 in der Schweiz etablierten gebietsfremden Tier-, Pflanzen- und Pilzarten gelten 107 als invasiv (Abb. 27). Sie verursachen ökologische Schäden, indem sie einheimische Arten verdrängen, sich genetisch mit ihnen vermischen (siehe Kapitel 4), krank machen (z.B. Krebspest, Eschensterben, Chytridio-

mykose) oder Krankheiten bzw. Parasiten²⁵ auf einheimische Arten übertragen. Besonders problematisch ist ihr Auftreten in wertvollen Lebensräumen wie Auen oder Amphibienlaichgebieten. Hier richten beispielsweise der Japanische Staudenknöterich oder Goldfische ökologische Schäden an.²⁶ In Zukunft dürften die invasiven gebietsfremden Arten zahlenmäßig weiter zunehmen, weil die Transporte von Personen und Gütern weltweit wachsen und der Klimawandel für zahlreiche dieser Arten günstigere Umweltbedingungen schafft.²⁷

Strategie zu invasiven gebietsfremden Arten

Der Bundesrat hat im Mai 2016 die «Strategie der Schweiz zu invasiven gebietsfremden Arten» gutgeheissen.²⁸ Darin werden Grundsätze, Ziele und Massnahmen für die Prävention und Bekämpfung dieser Arten definiert. Ein vom BAFU herausgegebener Bericht über die gebietsfremden Arten der Schweiz listet über 800 etablierte gebietsfremde Arten auf und stellt die rund 100 Problematen in Datenblättern vor. Die Listen sind ein Werkzeug für die verschiedenen öffentlichen und privaten Akteure. Sie liefern Entscheidungshilfen und ermöglichen es, Prioritäten bei der Vorbeugung und Bekämpfung invasiver Neophyten zu setzen. Mit dem Aktionsplan Flusskrebs Schweiz hat der Bund eine erste Vollzugshilfe publiziert, welche sowohl die Förderung der einheimischen wie auch die Bekämpfung der gebietsfremden Flusskrebsarten regelt.

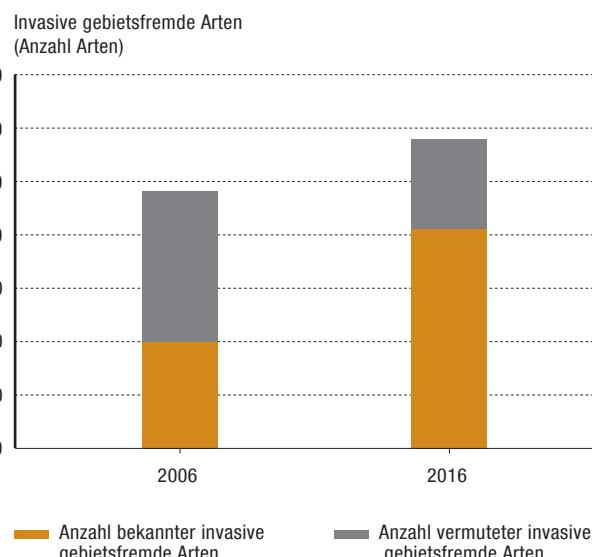


Abb. 27 Invasive gebietsfremde Arten. Anzahl bekannter und vermuteter invasiver gebietsfremder Pflanzenarten.
Quelle: Info Flora

2.1 Agrarland

Im Agrarland ist die Lebensraumvielfalt infolge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung stark geschrumpft; von vielen Lebensräumen sind nur noch kleine Restflächen übrig. Die Intensivierung erfasst nun zunehmend auch das Berggebiet, bedroht artenreiche Trockenwiesen und -weiden und reduziert die Artenvielfalt des Bodens. Umso wichtiger sind Massnahmen zur Förderung der Biodiversität.

Das strukturreiche Kulturland kann mit seinen Äckern, Wiesen, Säumen, Hecken, Rebbergen, Feldgehölzen und Obstgärten wertvolle Ersatzlebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten und Bodenorganismen bieten. Die intensive landwirtschaftliche Nutzung führte jedoch zu einer flächen-deckenden Vereinheitlichung der ökologischen Bedingungen und zu grossen Lebensraumverlusten: Kleinstrukturen, die den Maschineneinsatz erschweren, wurden ausgeräumt, feuchte Standorte drainiert oder zugeschüttet, nährstoffarme Standorte gedüngt, trockene Standorte bewässert. «Spezialstandorte» existieren heute nur noch auf kleinen Restflächen. Inzwischen gelten 35 Prozent der Lebensraumtypen im Kulturland als bedroht.²⁹ Dramatisch ist der Rückgang der Trockenwiesen sowie der wenig intensiv genutzten, nur mit Mist gedüngten

Fromentalwiesen. Im Mittelland sind die Fromentalwiesen infolge der intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung auf 2 bis 5 Prozent ihrer ursprünglichen Fläche geschrumpft,³⁰ und die Trockenwiesen und -weiden der Schweiz haben zwischen 1900 und 2010 rund 95 Prozent an Fläche eingebüßt.³¹ In den letzten 20 Jahren hat die übrig gebliebene Fläche zusätzlich um rund ein Fünftel abgenommen.³²

Negative Entwicklungen im Berggebiet

Und die Verluste gehen weiter, insbesondere im Berggebiet. Untersuchungen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach zeigen, wie die Entwicklung im Engadin verläuft:³³ Auf 38 Untersuchungsflächen hat sich die Fläche der intensiv genutzten Weiden zwischen den Jahren 1988 und 2010 verdreifacht; die Fettwiesen haben um 15 Prozent zugenommen. Diese Entwicklung ging auf Kosten der artenreichen Trockenwiesen, deren Fläche um 55 Prozent geschrumpft ist. Schwer zugängliche und ertragsschwache Wiesen wurden aufgegeben, worauf sich der Wald ausbreitete. Die Wiesen in (neu) erschlossenen Gebieten hingegen wurden intensiver genutzt, das heisst künstlich bewässert, stärker gedüngt, früher und häufiger gemäht. Für die Wiesenbrüter unter den Vögeln ist dies eine fatale Entwicklung: Die Zahl der Braunkehlnchen (Abb. 30) hat sich auf den untersuchten Flächen in den letzten 20 Jahren nahezu halbiert; die Art musste auf der revidierten Roten Liste (2010) höher eingestuft werden. Der Verlust an Trockenwiesen und -weiden bringt zudem viele spezialisierte



Abb. 28 Die intensive Nutzung des Bodens beeinträchtigt die Biodiversität.

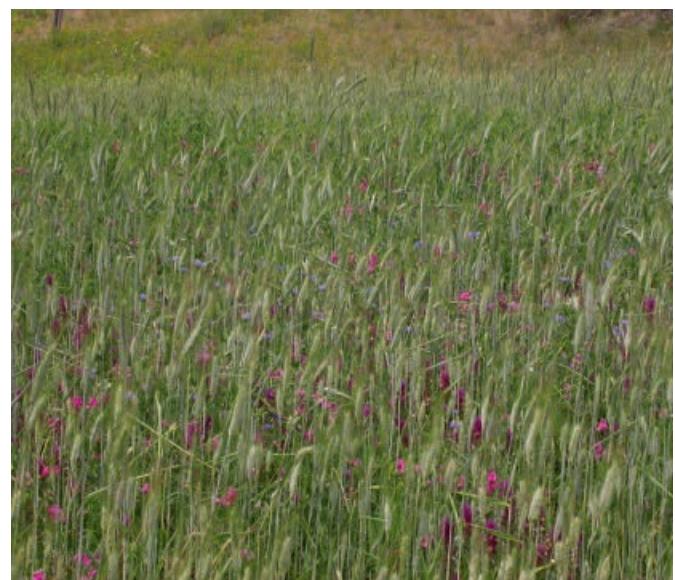


Abb. 29 Extensiv bewirtschaftetes Kulturland begünstigt die Biodiversität.

Pflanzen in Bedrängnis. Rund 30 Prozent aller Trockenwiesenarten sind gemäss der neuen Roten Liste der Gefässpflanzen (2016) gefährdet.

Vegetation gleicht sich immer mehr an

Das BDM dokumentiert für die Gruppe der Moose im Grünland einen anhaltend negativen Trend bei der Artenzahl und eine Stagnation für die Gruppe der Gefässpflanzen. Bei den Pflanzen wird eine zunehmende Verbreitung von Waldarten und von nährstoffliebenden Pflanzenarten festgestellt, insbesondere in den mittleren Lagen. Dort verarmt die Artenzusammensetzung zunehmend (Abb. 31). Zur Vereinheitlichung der Vegetation tragen auch die hohen Stickstoffeinträge aus der Luft bei, welche zur grossflächigen Überdüngung von naturnahen Ökosystemen führen können. Rund zwei Drittel dieser Einträge stammen von Ammoniakemissionen (hauptsächlich aus der Landwirtschaft), rund ein Drittel von Stickoxidemissionen (Verkehr, Industrie, Haushalte). Den Böden zugeführter Stickstoff, welcher durch die Pflanzen nicht aufgenommen werden kann, wird teilweise als Nitrat ins Grundwasser ausgewaschen oder als Lachgas freigesetzt. Der Stickstoffüberschuss, das heisst die den landwirtschaftlichen Böden zugeführte Stickstoffmenge abzüglich der Stickstoffmenge, welche den Böden durch die landwirtschaftlichen Produkte entzogen wird, beläuft sich seit Mitte der 1990er-Jahre auf rund 100 000 Tonnen pro Jahr.³⁴

Umweltziele für die Landwirtschaft

Das BAFU und das BLW haben 2008 Umweltziele für die Landwirtschaft (UZL) formuliert.³⁵ Diese wurden aus bestehenden Gesetzen, Verordnungen, internationalen Abkommen und Bundesratsbeschlüssen hergeleitet. Die Landwirtschaft soll demnach «einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität leisten». Um dieses Ziel zu konkretisieren, wurden 2013 qualitative und quantitative Zielgrössen für die verschiedenen landwirtschaftlichen Zonen und für fünf Hauptregionen definiert, die anhand von Verbreitungspotenzialen der Ziel- und Leitarten abgegrenzt wurden.³⁶ Neben Biodiversitätsförderflächen mit UZL-Qualität bedürfen alle Regionen spezifischer Fördermassnahmen für Zielarten und National Prioritäre Leitarten.



Abb. 30 Das Braunkelchen (*Saxicola rubetra*) richtet seine Brutstätte gern auf dem Boden einer extensiv genutzten Wiese oder Weide ein. Die Verluste an solchen Flächen führten zu einem starken Rückgang der Braunkelchen in der Schweiz.

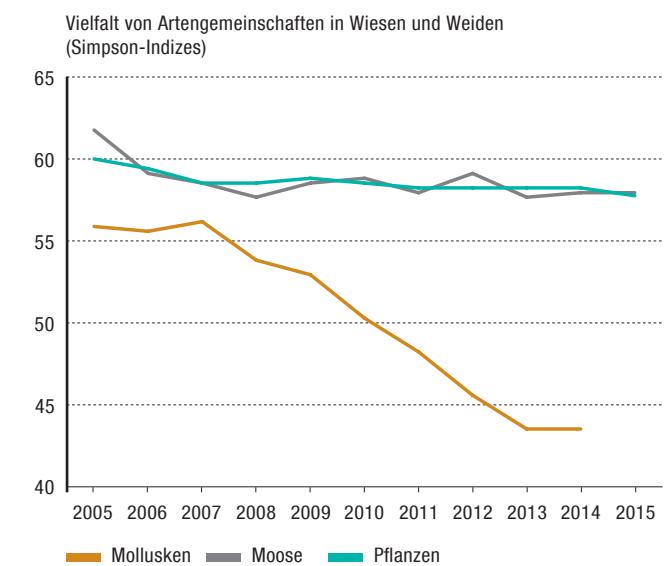


Abb. 31 Vielfalt von Artengemeinschaften in Wiesen und Weiden. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

Pestizide beeinträchtigen die Biodiversität

Im Ackerland beeinträchtigen auch die hohen Pflanzenschutzmittelgaben die Biodiversität.³⁷ Durch regelmässige Herbizidanwendungen verarmt der Samenvorrat im Boden, und es entstehen artenarme, grasdomierte Unkrautgesellschaften. Die Ackerbegleitflora zählt heute zu den bedrohtesten Pflanzengruppen der Schweiz: 42 Prozent ihrer Arten gelten als gefährdet.³⁸ Pflanzenschutzmittel reduzieren direkt (durch ihre toxische Wirkung) oder indirekt (über eine Reduktion der Nahrungsgrundlage) auch die Bestände von Bodenorganismen, wirbellosen Tieren, Vögeln und Amphibien. Die weit verbreitete Anwendung systemisch wirkender Insektizide (v. a. Neonicotinoide) führen dazu, dass diese Giftstoffe via Nektar und Pollen der Kulturpflanzen durch blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft aufgenommen werden und in die Nahrungskette gelangen können. Pestizide können zudem in Bächen, Flüsse und Seen eingetragen werden, wo sie den Gewässerorganismen schaden. Forscher der Eawag haben in fünf Schweizer Fliessgewässern über 104 verschiedene Pflanzenschutzmittel und Biozide nachgewiesen; bei 31 Substanzen wurde der Grenzwert der Gewässerschutzverordnung verletzt.³⁹

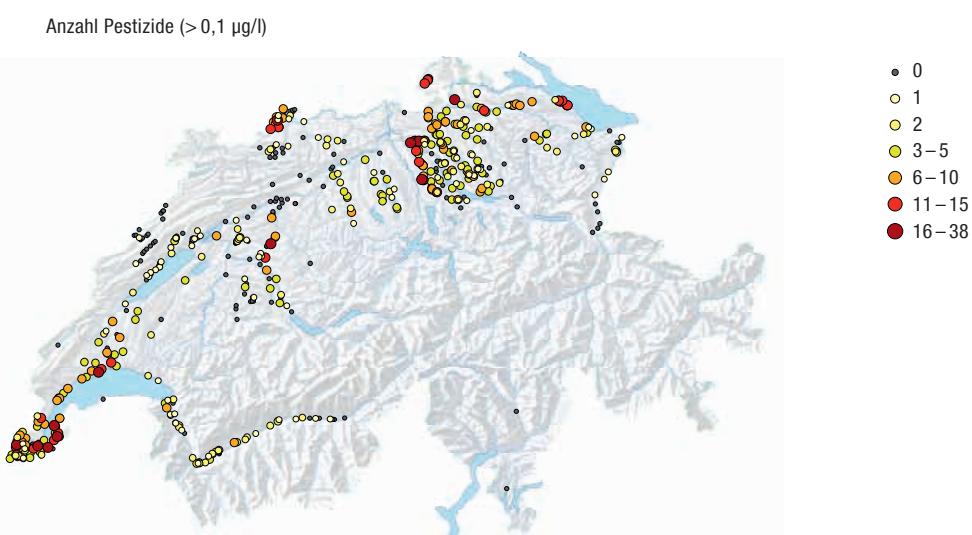


Abb. 32 Anzahl verschiedener Pestizide pro Standort, für die eine Überschreitung von über 0,1 µg/l beobachtet wurde. Quelle: Munz & Wittmer 2012

2.2 Wald

Der Schweizer Wald weist dank der naturnahen Bewirtschaftung eine vergleichsweise gute ökologische Qualität auf. Defizite bestehen aber bei den lichten Pionierphasen und bei den tot- und altholzreichen späten Entwicklungsphasen des Waldes. Ebenfalls selten geworden sind Auen- und Bruchwälder sowie lichtreiche Mittelwälder.

Zurzeit bedeckt der Wald 1,31 Millionen Hektaren oder rund ein Drittel der Schweizer Landesfläche.⁴⁰ Die steigende Nachfrage nach Holz und die Zwangsnutzungen nach dem Sturm «Lothar» führten in den 1990er-Jahren zu einer intensiveren Holznutzung im Schweizer Wald. In den letzten 10 Jahren ist die Tendenz leicht rückläufig, doch bleibt die Nutzung hoch: Der jährliche Nettozuwachs von 7,4 Kubikmetern pro Hektare wird zu fast 90 Prozent genutzt.⁴¹ Deutlich zugenommen hat die Gesamtlänge der mit Lastwagen befahrbaren Waldstrassen: Seit dem 2. Landesforstinventar (1993–1995) wurden 969 Kilometer Strassen neu gebaut oder ausgebaut.

Das Waldgesetz von 1991 verpflichtet die Eigentümer und Forstleute zur naturnahen Bewirtschaftung. Dank dem naturnahen Waldbau und dem Flächenschutz weist der Schweizer Wald eine vergleichsweise gute ökologische Qua-

lität auf.⁴² Die Naturverjüngung ist zunehmend die Regel, wodurch standortgerechte Baumarten und eine hohe genetische Vielfalt gefördert werden. Die Anteile der natürlichen Verjüngung liegen zwischen rund 60 Prozent im Mittelland und 100 Prozent in den Zentralalpen sowie an der Alpensüdflanke (Abb. 35).⁴³ Gepflanzt wird meist nur noch im Wirtschaftswald, aber auch zur Förderung seltener Baumarten.

Mangel an lichten, feuchten, alt- und totholzreichen Wäldern

Im bewirtschafteten Schweizer Wald dominieren die mittleren Sukzessionsstadien. Defizite bestehen insbesondere bei den lichten Pionierphasen und bei den tot- und altholzreichen späten Entwicklungsphasen des Waldes. Unberührte Wälder existieren praktisch nicht mehr. Wälder, die «nicht wesentlich» vom Menschen verändert worden sind – dazu gehören die vielen kleinen, unzugänglichen Waldstücke an steilen Felshängen und auf Gräten –, umfassen lediglich 2,7 Prozent der Waldfläche.⁴⁴ Ebenfalls selten geworden sind Auen- und Bruchwälder sowie die vom Menschen geschaffenen lichtreichen Waldtypen wie Mittelwälder, Wytweiden und Selven, aber auch feuchte Standorte wie Kleingewässer im Wald und strukturreiche Waldränder mit ökologisch wertvollen, angrenzenden Lebensräumen.⁴⁵

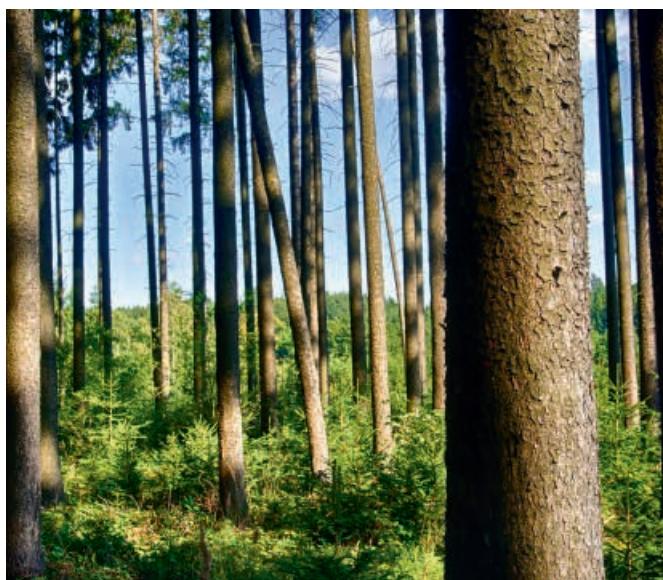


Abb. 33 Die künstliche Weisstannen-Population lässt kaum Platz für die Biodiversität.



Abb. 34 Dieser alte Bergahorn bietet Lebensraum für zahlreiche Arten.

Förderprogramme des Bundes

Die Waldbiopolitik 2020 legt die Erhaltung und gezielte Verbesserung der Biodiversität im Wald als eines ihrer Ziele fest. Basierend auf der Biodiversitätsstrategie Schweiz und auf der Waldbiopolitik 2020, hat das BAFU für die Förderung der Biodiversität im Wald konkrete Ziele und Massnahmen⁴⁶ formuliert. Über Programmvereinbarungen im Bereich Waldbiodiversität unterstützt der Bund die Kantone bei der Förderung der Waldbiodiversität. Massnahmenschwerpunkte sind das Errichten von Waldreservaten, Altholzinselfeln, das Stehenlassen von Biotopbäumen, das Aufwerten von Waldrändern bzw. Waldlebensräumen und Massnahmen zur Artenförderung. Im Bereich Artenförderung hat das BAFU die «Liste der National Prioritären Arten (NPA) und Lebensräume (NPL)» erarbeitet. Diese ist eine wichtige Grundlage für das Festlegen von Zielen und Massnahmen. Für die Erhaltung anspruchsvoller Arten wie etwa der holzbewohnenden Pilze sind Totholzbestände nötig. In Naturwaldreservaten sind die Voraussetzungen dazu günstig: Im Durchschnitt liegt hier fast dreimal so viel Totholz wie im Schweizer Durchschnittswald. Für einige National Prioritäre Arten wie etwa das Auerhuhn⁴⁷ oder der Mittelspecht⁴⁸ hat der Bund spezifische Aktionspläne entwickelt. Weil jede Region der Schweiz unterschiedliche Naturwerte und Nutzungsansprüche an den Wald hat, sind die regionalen Beiträge zur Erreichung der nationalen Umsetzungsziele verschieden.

Spezialisierte Waldarten sind gefährdet

Die vom BDM untersuchten Arten weisen eine stabile bis positive Entwicklung auf: In den letzten 10 Jahren hat

sich die Artenzahl der Gefäßpflanzen und Moose im Wald kaum verändert, die Artenzahl der Schnecken hat gar zugenommen (allerdings sind die Artengemeinschaften der Mollusken der Wälder über die vergangenen 10 Jahre ähnlicher geworden [Abb. 36]). Auch die Waldvogelarten haben seit 1990 zugelegt.⁴⁹ In Bezug auf die Gefährdung der Arten ist der Anteil gefährdeter Arten gemäss Roten Listen in folgenden Artengruppen besonders gross: in der ökologischen Gruppe der licht- und wärmeliebenden Arten (z.B. Orchideen und Tagfalter, Reptilien), in der Gruppe der auf Alt- und Totholz –, und dort vor allem auf die fortgeschrittenen Abbaustadien – angewiesenen Arten (Flechten, sehr viele Holzpilze, viele Käferarten, vor allem Bockkäfer, alle Amphibien) sowie in der Gruppe der Mykorrhizapilze.⁵⁰

Totholzanteil steigt

Erst seit den 1980er-Jahren nimmt das Volumen an Totholz im Schweizer Wald zu, unter anderem als Folge des Orkans «Lothar». In Wäldern, in denen Buchen und Tannen vorherrschen, hat sich die Menge an Totholz in den letzten 17 Jahren verdoppelt, in den Fichtenwäldern gibt es heute mehr als dreimal so viel Totholz.⁵¹ Allerdings bestehen grosse regionale Unterschiede. Die Werte im Jura und im Mittelland sind nur rund halb so hoch wie jene in den Alpen und Voralpen (Abb. 37). Die meisten Tot- bzw. Altholzarten benötigen 30–50, Spezialisten über 100 Kubikmeter pro Hektare. Spezialisten brauchen zum Teil auch spezielle Altholz-/Tot-

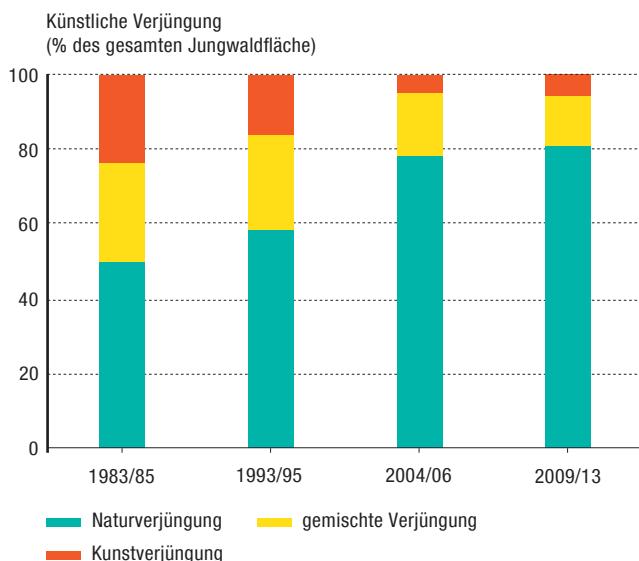


Abb. 35 Jungwaldfläche mit künstlicher Verjüngung. Quelle: LFII/2/3/4

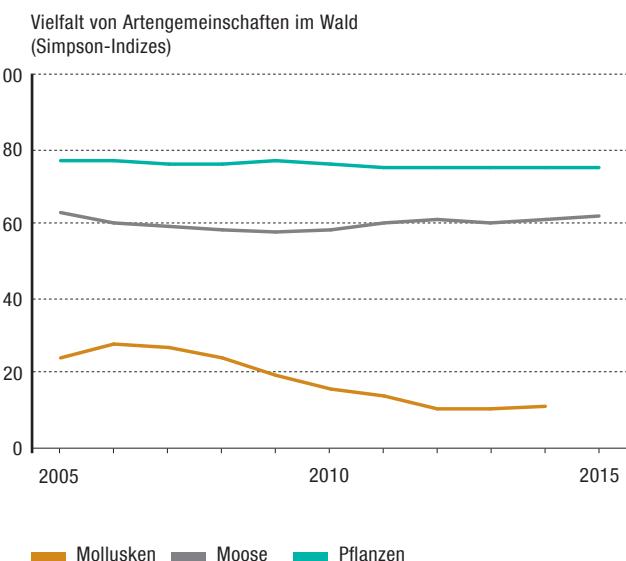


Abb. 36 Vielfalt von Artengemeinschaften im Wald. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

holzqualitäten. Für die Lebensraumansprüche des Dreizehen-spechtes sind zum Beispiel mindestens 18 Kubikmeter pro Hektare stehendes Totholz (Dürrständer) erforderlich (die Bezugsfläche, auf welcher dieser Schwellenwert erreicht sein muss, beträgt 1 km²).⁴⁶

Der Bund strebt für Wälder im Jura, im Mittelland und an der Alpensüdflanke einen Schwellenwert von 20 Kubikmetern Totholz pro Hektare an, an der Alpennordflanke und in den Zentralalpen 25 Kubikmeter pro Hektare.⁵² Gemäss Erhebungen der Jahre 2009 bis 2013 werden diese Zielwerte nur an der Alpennordflanke und in den westlichen Zentralalpen erreicht. In den stark genutzten Wäldern des Mittellandes und des Jura gibt es heute noch zu wenig Totholz. Neben der Quantität zählt auch die Qualität: Die Vielfalt an Grössenklassen oder Abbauzuständen bestimmt die Zusammensetzung der Artengemeinschaften. Ideal für die Biodiversität des Waldes ist ein Netz aus grossen und kleinen Waldbeständen mit hohen Mengen an Totholz und vielen Biotopbäumen (Bäume, die Lebensräume für andere Arten bieten, z. B. Spechthöhlen).

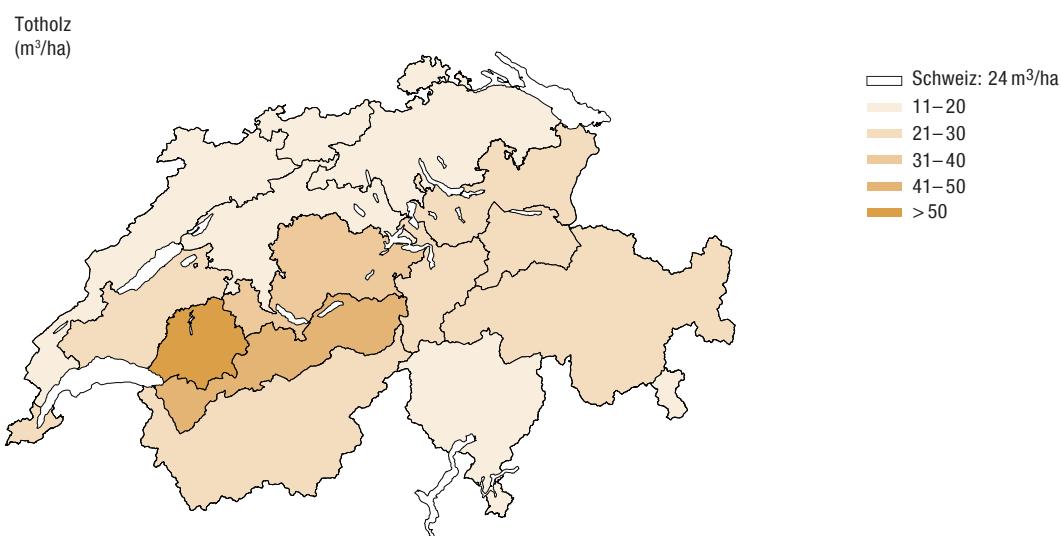


Abb. 37 Anteil an Totholz in verschiedenen Wirtschaftsregionen der Schweiz.

Quelle: IFN 4

2.3 Gewässer und Feuchtgebiete

Die Gewinnung von Siedlungs- und Landwirtschaftsflächen, Gewässerverbauungen und die Nutzung der Gewässer zur Energiegewinnung haben die typischen Lebensräume der Gewässer und Feuchtgebiete und die davon abhängigen Arten stark beeinflusst. Mittlerweile gelten zwei Drittel dieser Lebensräume als bedroht.

Quellen, Seen, Fliessgewässer, Auengebiete, stehende Kleingewässer und Feuchtgebiete wie Flach- und Hochmoore beherbergen eine grosse Anzahl an Lebensräumen und Arten. Die Ausdehnung dieser Lebensräume ist vor allem in den dicht besiedelten Gebieten des Mittellandes stark zurückgegangen. Von 1900 bis 2010 haben die Moore 82 Prozent und die Auen 36 Prozent ihrer Fläche eingebüsst (siehe Abb. 18).⁵³ Zudem verschwanden viele kleinere Stillgewässer als Folge von Entwässerungen und Meliorationen aus der Landschaft. Flüsse und Bäche wurden in Korsette gezwängt, um Kulturland zu gewinnen und den Hochwasserabfluss zu kontrollieren. Rund ein Fünftel der Schweizer Fliessgewässerstrecken sind heute entweder vollkommen künstlich, stark beeinträchtigt oder eingedolt (siehe Abb. 23).⁵⁴ Im Mittelland liegen mit 14 Prozent eingedolter Bäche doppelt so viele Gewässerabschnitte

unter der Erde wie in der gesamten Schweiz. Nicht besser sieht es an den grösseren Seen aus: Beispielsweise ist mehr als drei Viertel des Schweizer Bodenseeufers beeinträchtigt bis naturfremd.⁵⁵ Fast alle grossen Seen in der Schweiz sind reguliert und weisen keine natürlichen Pegelschwankungen mehr auf.

Wie sich die Verbauung der Fliessgewässer auf die Artenvielfalt auswirkt, dokumentiert der Indikator «Vielfalt von Gewässerinsekten» des BDM. Er erfasst die Artenvielfalt der drei Insekten-Ordnungen Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*), Steinfliegen (*Plecoptera*) und Köcherfliegen (*Trichoptera*). In natürlichen, naturnahen und wenig beeinträchtigten Gewässern wurde die grösste Artenvielfalt (im Schnitt 16 Arten) erfasst (Abb. 40). Unverbaute, strukturreiche Ufer und Sohlen sind wichtige Lebensräume für Gewässerinsekten. Wo diese fehlen, kommen auch weniger Gewässerinsektenarten vor. Generell ist der biologische Zustand an mindestens 30 Prozent der NAWA-Messstellen ungenügend.⁵⁶

Zur Vermeidung von Hochwassern und Überschwemmungen wurde in den letzten zwei Jahrzehnten die Regulierung der Seenpegel intensiviert, was dazu führt, dass die natürlichen saisonalen Wasserstandsschwankungen (Frühlingshochwasser, Winterniedrigwasser) der Gewässer – sowohl von verbauten wie naturnahen – heute im Durchschnitt noch geringer sind und wertvolle wechselfeuchte Standorte wie Feuchtwiesen und Auen verschwinden. Andererseits sind zahlreiche Fliessgewässer durch zu starke, künstlich erzeugte

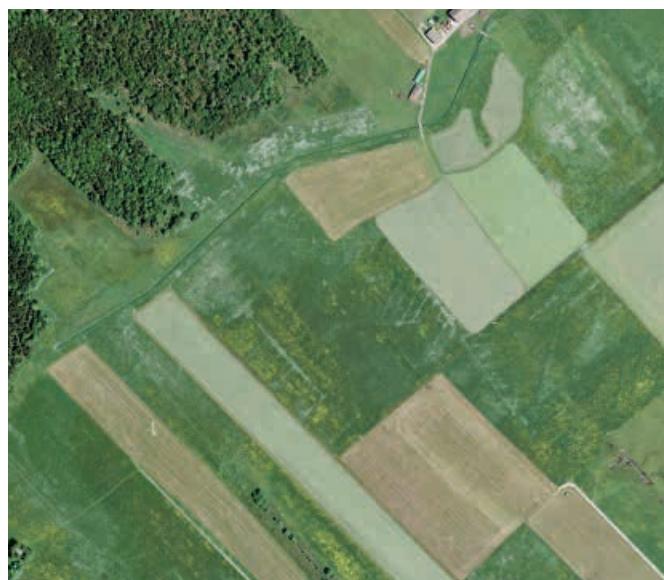


Abb. 38 Aus der Vogelperspektive sind die Drainagen in der Landwirtschaft gut zu erkennen.



Abb. 39 Temporäre Gewässer sind rar geworden in der Schweiz.

Pegelschwankungen unterhalb von Kraftwerken beeinträchtigt:⁵⁷ Bei Schwallbetrieb kann unter anderem Fischlaich fortschwemmt werden, bei Sunk vertrocknen Jungfische. An über 1400 Stellen leiten Kraftwerke Wasser aus Bächen und Flüssen ab. Untersuchungen der Eawag zeigen, dass 375 Restwasserstrecken kein oder nur sehr wenig Restwasser führen.⁵⁸ Zudem trennen rund 101 000 künstliche Hindernisse mit einer Höhe von über 50 Zentimetern die Schweizer Fliessgewässer in unzählige Teilstücke.⁵⁹ Die durchschnittlich frei durchwanderbare Länge eines Baches oder Flusses beträgt lediglich 650 Meter. Vielerorts ist die freie Wanderung der Fische nicht gewährleistet.

Mikroverunreinigungen beeinträchtigen die Wasserqualität

Das Verbot von Phosphaten in Textilwaschmitteln und der Bau von Kläranlagen ab den 1960er-Jahren führten zu einem deutlichen Rückgang der Phosphatkonzentrationen und weiterer Nährstoffe in den meisten Schweizer Seen und Fliessgewässern.⁶⁰ Die Wasserqualität wird jedoch insbesondere im stark genutzten Mittelland durch Mikroverunreinigungen (z.B. Biozide, Pflanzenschutzmittel, Treibstoffzusätze, Arzneimittel) beeinträchtigt (Abb. 32). Diese Stoffe werden in den bestehenden Abwasserreinigungsanlagen ungenügend eliminiert und gelangen über die ARAs oder über diffuse Quellen (Landwirtschaft, Mischwasserüberläufe, Regenwasserkäne, Verkehrsinfrastruktur usw.) in die Gewässer. Einige dieser Stoffe können bereits in tiefen Konzentrationen Schädigun-

Gewässerschutzgesetz

Das 2011 revidierte Gewässerschutzgesetz sieht vor, den Fliessgewässern wieder mehr Raum und Strukturen zu geben. Bis 2018 müssen die Kantone den vorgeschriebenen Gewässerraum entlang der Gewässer ausscheiden; dieser Raum darf höchstens extensiv bewirtschaftet werden. Die teilweise bereits umgesetzten Massnahmen kommen in vielen Fällen auch dem Hochwasserschutz zugute. In den nächsten 80 Jahren sollen zudem rund ein Viertel der Fluss- und Bachläufe revitalisiert werden. Auch die negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung gilt es zu reduzieren. Bis 2030 müssen, wo nötig, die Geschiebehaushalte reaktiviert, die Sunk-Schwall-Betriebe entschärft und die Fischgängigkeit wiederhergestellt sein. Außerdem muss rund die Hälfte der (vor 1992 konzessionierten) Wasserentnahmen saniert werden, damit unterhalb der Entnahmen wieder ausreichend Wasser durch die Fluss- und Bachbetten fliesst. Der Bund hat auch Massnahmen ergriffen, um die Wasserqualität zu verbessern. Der Aktionsplan zur Risikominimierung und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln soll unter anderem deren Eintrag in die Gewässer reduzieren. Eliminieren will man auch die Mikroverunreinigungen im Abwasser. Die Gewässerschutzverordnung sieht vor, dass in den nächsten 20 Jahren rund 100 Abwasserreinigungsanlagen mit einer vierten Klärstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen aufgerüstet werden. Als Ergänzung zur allgemeinen Lebensraumförderung hat das BAFU Aktionspläne für die spezifische Förderung von National Prioritären Arten im Bereich Gewässer erarbeitet.

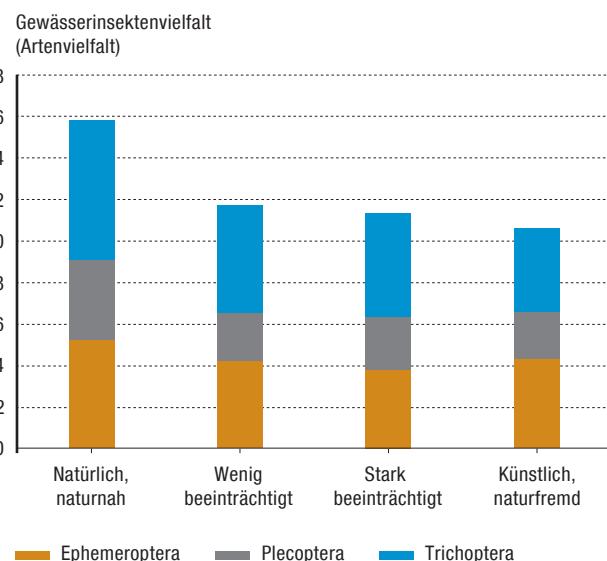


Abb. 40 Gewässerinsekten in der kollinen Stufe nach Fliessgewässerstruktur. Quelle: BDM

gen bei Wasserorganismen hervorrufen.⁶¹ In kleinen und mittleren Bächen in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung stellen vor allem die Einträge von Pflanzenschutzmitteln ein Problem dar,⁶² wobei es nach Regenfällen während der Applikationsperioden zu grossen Belastungsspitzen kommt. Studien weisen darauf hin, dass die Pestizidbelastung ein wichtiger Einflussfaktor für die Defizite der Biodiversität in den Gewässern ist.⁶³

Gewässer werden wärmer

Bei der langfristigen Entwicklung der Wassertemperaturen in Schweizer Gewässern ist ein deutlicher Trend zu erhöhten Temperaturen sichtbar.⁶⁴ Im Rhein bei Basel ist die Temperatur seit den 1960er-Jahren um mehr als 2 °C angestiegen (Abb. 42). Ähnliche Temperaturerhöhungen können auch in anderen Gewässern im Mittelland festgestellt werden. Zu dieser Entwicklung tragen die Einleitung von erwärmtem Wasser beispielsweise aus Kühlanlagen (z. B. von Kernkraftwerken oder der Industrie) oder Abwassereinigungsanlagen sowie der Klimawandel bei. Die Temperaturänderungen wirken sich wesentlich auf die Entwicklung und Zusammensetzung von aquatischen Lebewesen aus. Höhere Sommertemperaturen bevorteilen beispielsweise bei den Fischen die Karpfenartigen und benachteiligen die Lachsartigen, deren Stoffwechsel an tiefe Temperaturen angepasst ist.⁶⁵ Aufgrund der Klimaveränderung ist mit einem weiteren Anstieg der Wassertemperatur in den Oberflächengewässern zu rechnen. Für empfindliche

Wasserorganismen wird in bestimmten Gewässerabschnitten der Stress grösser, und die Überlebensbedingungen werden zunehmend schlechter. Durch diese Entwicklung besteht zudem bei den Wasserlebewesen ein erhöhtes Risiko für temperatursensitive Krankheiten wie zum Beispiel die Prolifitative Nierenkrankheit, die für Bachforellen ab einer Wassertemperatur von 15 Grad tödlich ist.⁶⁶

Hoher Anteil an bedrohten Arten

Die starke Beeinträchtigung der Gewässer und der Feuchtgebiete spiegelt sich in den Roten Listen wider. Über ein Fünftel der vom Aussterben bedrohten oder in der Schweiz ausgestorbenen Arten sind an Gewässer gebunden, ein weiteres Fünftel an Ufer und Feuchtgebiete.⁶⁷ 60 Prozent der Wasserpflanzen gelten als bedroht – das ist mit Abstand der höchste Wert aller ökologischen Pflanzengruppen.⁶⁸ Und nur rund ein Viertel der Fische und Rundmäuler gelten als «nicht gefährdet», neun Arten sind ausgestorben, fünf Arten haben den Status «vom Aussterben bedroht».

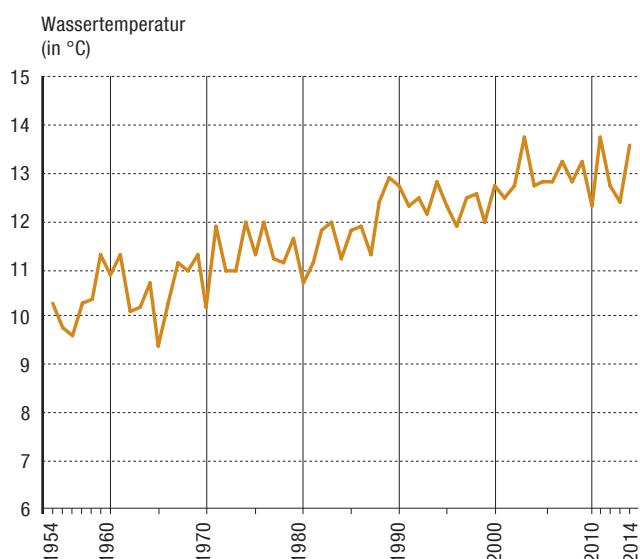


Abb. 41 Temperatur im Rhein bei Basel (Jahresmittel).

Quelle: BAFU



Abb. 42 Die Marmorierte Forelle zählt zu einer grossen Gruppe von Wasserlebewesen, die vom Aussterben bedroht sind.

2.4 Alpiner und subalpiner Raum

Die Alpen verfügen über vielfältige Lebensräume und einen grossen Artenreichtum. Tourismus- und Sportaktivitäten, Sportinfrastrukturen, die Wasserkraftnutzung, die Nutzungsaufgabe von abgelegenen Wiesen und Weiden sowie die intensivierte Nutzung in alpinen Gunstlagen führen dazu, dass alpine Lebensräume immer stärker unter Druck geraten.

Dank ihrer extremen Topografie und der engen Verzahnung von Natur- und Kulturlandschaften haben die Alpen eine überaus reiche Artenvielfalt: So kommen beispielsweise 600 Arten von Blütenpflanzen ausschliesslich in den Alpen vor oder haben hier ihren Verbreitungsschwerpunkt – das sind ein Fünftel aller einheimischen Pflanzenarten.⁶⁹ Entsprechend gross ist auch die Artenvielfalt der Tagfalter, die stark vom Blütenangebot und vom Vorkommen geeigneter Wirtspflanzen abhängig sind. Nicht nur der Artenreichtum der Wiesen und Weiden, auch derjenige der Wälder ist in den Alpen deutlich grösser als in den tiefen Lagen. Der Alpenraum verfügt zudem über den grössten Teil der national bedeutenden Moore, Auen, Trockenwiesen und -weiden mit ihren typischen Arten. Wie eine Auswertung der Daten des BDM zeigt, kommen Arten, für welche die Schweiz eine

hohe Verantwortung trägt, in den Alpen gehäuft vor. Besonders bei Pflanzen und Vögeln sind es die hohen Lagen, die eine herausragende Bedeutung für solche Verantwortungsarten haben.

Mehr Kunstschanne und Planierungen

Stark zugenommen hat der Bau von Beschneiungsanlagen. 2015 wurden bereits 48 Prozent der Schweizer Pisten künstlich beschneit (siehe Abb. 4). Die künstlich beschneite Fläche hat sich seit 1990 mehr als verzehnfacht.⁷⁰ Der Einsatz von Kunstschanne beeinflusst die spezialisierte Alpenflora.⁷¹ Er führt zum Eintrag von Nährstoffen und zusätzlichem Wasser und bewirkt einen Rückgang von genügsamen und konkurrenzschwachen Pflanzenarten. Problematisch ist der Einsatz von Kunstschanne besonders in nährstoffarmen Mooren und Trockenrasen.⁷² Für die Beschneiung müssen Wasser- und Stromleitungen verlegt und Speicherseen gebaut werden, was bauliche Eingriffe in sensible Lebensräume bedingt. Zudem sind mit dem Bau von Beschneiungsanlagen oft auch Planierungen von Pisten verbunden, da sich planierte Pisten einfacher beschneien lassen. Die baulichen Massnahmen verursachen Schäden an Vegetation und Boden.

Nur 50 Prozent der Fläche der Zentralalpen sind «anlagefrei»

Lokal können sich Siedlungs- und Infrastrukturbauten sowie die intensive Freizeitnutzung negativ auf die Biodiversität auswirken. In den westlichen und östlichen Zentralalpen sowie



Abb. 43 Die intensive Nutzung der Alpen im Winter wie im Sommer verstärkt den Druck auf die Biodiversität.

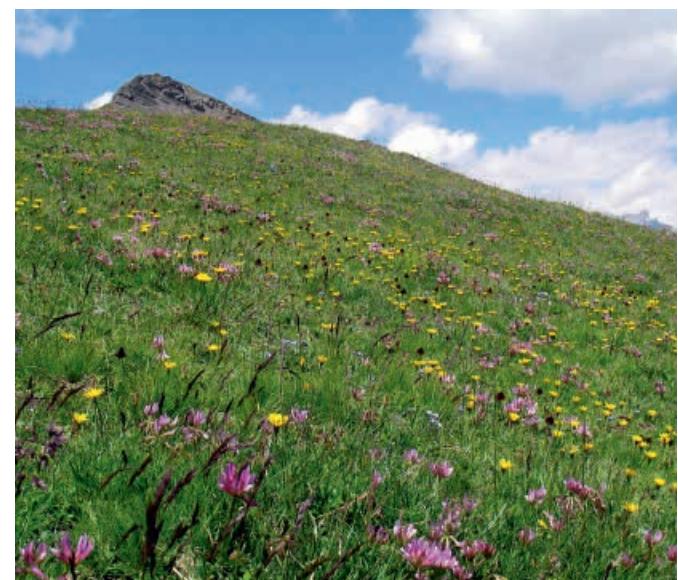


Abb. 44 Alpine Rasen beherbergen zahlreiche Arten.

an der Alpensüdflanke machen die «anlagefreien Gebiete» noch knapp 50 Prozent der Gesamtfläche aus (als «anlagefrei» gelten Flächen von 0,5 mal 0,5 Kilometer Grösse, auf denen keine künstlichen Objekte stehen) – diese Räume kommen insbesondere störungsempfindlichen Tieren zugute (Abb. 45). Touristische Anlagen fördern die Outdoor-Aktivitäten und tragen so zur Zunahme von Störungen bei.

Intensivere landwirtschaftliche Nutzung

Lange Zeit war der Druck auf die Lebensräume und die biologische Vielfalt in den Alpen im Vergleich zu den Lebensräumen des dicht besiedelten und intensiv genutzten Flachlandes weniger stark. Doch die Landnutzung hat sich in den letzten Jahren auch im Alpenraum zu ungünsten der Biodiversität verändert.⁷³ Im Zuge von Meliorationen gehen viele Kleinstrukturen (Hecken, Feldgehölze, Bruchsteinmauern, Lesesteinhaufen usw.) verloren. Der Bau von neuen Strassen bzw. der Ausbau von Feldwegen hat zur Folge, dass zuvor extensiv genutzte Wiesen und Weiden abseits der Dörfer und im Sömmersungsgebiet intensiver genutzt werden.⁷⁴ Neben der intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung trägt auch der Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre zu einer negativen Entwicklung der Biodiversität im Grünland der Alpen bei.⁷⁵ Das Artenspektrum verschiebt sich zugunsten nitrophiler Arten und zulasten kleinwüchsiger, auf geringes Wachstum ausgelegter Arten (Abb. 46).

Wald dringt auf Sömmersungsweiden vor

Gleichzeitig geben viele Landwirte die Nutzung von steilen, weniger gut erreichbaren Flächen auf. In der Folge breitet sich auf den Wiesen und Weiden der Wald aus. Die Erhebungen des Schweizerischen Landesforstinventars LFI 4 weisen von 2006 bis 2011 in der Schweiz eine Waldzunahme von rund 320 Quadratkilometern aus. Die Zahlen zeigen, dass etwa 40 Prozent davon zuvor als Sömmersungsweiden genutzt wurden, insbesondere in den zentralen und südlichen Alpen (Abb. 47). Jedes Jahr werden damit Sömmersungsweiden mit einer Fläche des Walensees (rund 2400 ha) zu Wald. Die Wiederbewaldung kann einen negativen Einfluss auf die Artenvielfalt haben, wenn artenreiche Gesellschaften der Sömmersungsweiden durch artenärmere Waldgesellschaften verdrängt werden.

Klimawandel verändert Verbreitungsgebiet der Arten

Bereits zeigt sich, dass viele wärmeliebende Arten ihr Verbreitungsgebiet in höhere Lagen erweitern:⁷⁶ Innerhalb von bloss acht Jahren sind Pflanzengemeinschaften im Durchschnitt um 8 Meter, Vögel und Tagfalter um etwa 40 Meter in die Höhe gewandert (siehe auch Abb. 26). Manche Pflanzen tieferer Lagen haben sogar die Gipfel erobert.⁷⁷ In höheren Lagen dürfte die Anzahl Arten dadurch vorübergehend zunehmen. Längerfristig ist jedoch damit zu rechnen, dass bisher ansässige Arten verdrängt werden und regional aussterben. Denn die Verschiebung der Vegetation führt zu einem Schrumpfen der alpinen und der nivalen Höhenstufe.



Abb. 45 Verteilung von künstlichen Anlagen in der Schweiz (Stand 2014). Quelle: LABES

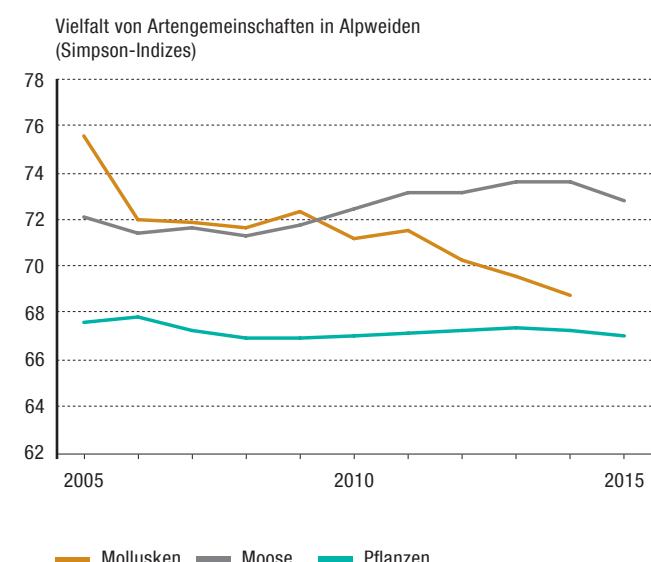


Abb. 46 Vielfalt von Artengemeinschaften in Alpweiden. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

Gerade Arten, für die die Schweiz aufgrund ihrer zentralen Lage im Alpenbogen eine besondere Verantwortung trägt, dürften dadurch gefährdet sein.⁷⁸

Der Klimawandel kann auch indirekt über Nutzungsänderungen bzw. -intensivierungen die Biodiversität der Alpen beeinflussen. Dies ist etwa der Fall, wenn wegen der fehlenden Schneesicherheit die Infrastrukturanlagen des Wintertourismus in immer höhere, ehemals unberührte Lagen vorstossen oder wenn die Landwirtschaft höhere Lagen erschliesst bzw. die dortigen Flächen intensiver nutzt. Auch der Ausbau der erneuerbaren Energien kann problematisch sein. Bereits heute sind viele alpine Gewässerlebensräume durch Stauteen, Stauwehre, Wasserentnahmen und Schwall-Sunk-Betriebe beeinträchtigt.

Landschaftskonzept Schweiz

Der Bundesrat hat im Landschaftskonzept Schweiz (1997) unter anderem Ziele im Bereich Sport, Freizeit und Tourismus festgelegt, die auch die alpinen Landschaften und Lebensräume betreffen. Dazu zählt die «Erhaltung der Lebensraumqualität durch das Verhindern von irreversiblen Schäden und durch die Förderung einer biodiversitätsfreundlichen Nutzung durch Sport und Tourismus auf der gesamten Landesfläche». Der 2012 verfasste Bericht über den Stand der Umsetzung zieht eine positive Bilanz.⁷⁹ So wurde zum Beispiel die Planung skitouristischer Erschliessungen im Seilbahngesetz und in der Seilbahnverordnung geregelt. Im Bereich Natursport wird mit Sensibilisierung und Information (z. B. Kampagne «Respektiere deine Grenzen») das Bewusstsein für ein umweltfreundliches Verhalten gefördert. Das BAFU unterstützt die Kantone zudem bei der Planung von Wildruhezonen. Bisher sind in 14 Kantonen insgesamt 619 rechtsverbindliche Wildruhezonen ausgeschieden worden. In diesen Zonen stehen – wie in den Jagdbanngebieten und in anderen Gebietstypen (zum Beispiel Wasser- und Zugvogelreservate, Biotope von regionaler und lokaler Bedeutung, private Schutzgebiete) – die Bedürfnisse der Wildtiere im Vordergrund.



Abb. 47 Sömmerungsweiden. Zwischen 1979 und 1997 ist die Gesamtfläche der Sömmerungsweiden in der Schweiz um 17 860 Hektaren geschrumpft. Quelle: LABES



Abb. 48 Flechten (im Bild Caloplaca biatorina) besiedeln sogar klimatische Extremregionen wie die Gipfel der Alpen.

2.5 Siedlungen

Die fortschreitende Bodenversiegelung, die Zerschneidung der Lebensräume, Wasser- und Luftbelastungen sowie hohe Lichtemissionen beeinträchtigen die Biodiversität im Siedlungsraum. Urbane Bedingungen ermöglichen aber auch eine Vielfalt von Lebensräumen, die als Refugium für Arten dienen, die ihren natürlichen Lebensraum verloren haben.

Die wachsende Bevölkerung, der Wunsch nach mehr Wohnraum, die geforderte Verdichtung und die erhöhte Mobilität verstärken den Druck auf die Biodiversität im Siedlungsgebiet. Inzwischen sind 60 Prozent des Siedlungsraums und 4,7 Prozent der gesamten Oberfläche der Schweiz versiegelt.⁸⁰ Für das Siedlungsgebiet typische Lebensräume wie Brachen, Pionierflure, Baumalleen oder alte, naturnahe Gartenanlagen verschwinden zusehends. Mit über 80 Prozent ist im Siedlungsgebiet zudem der Anteil der verbauten und eingedolten Gewässer fast viermal so hoch wie im gesamtschweizerischen Durchschnitt.⁸¹ Inzwischen gelten 26 Prozent aller Lebensraumtypen des Siedlungsgebiets als bedroht.⁸²



Abb. 49 In solchen Siedlungen findet die Biodiversität kaum Platz.

Artenvielfalt nimmt ab

Gemäss dem BDM weisen Siedlungen den höchsten Anteil an Untersuchungsflächen auf, auf welchen überhaupt keine Gefässpflanzen, Moose und Mollusken gefunden wurden. Meist handelt es sich um versiegelte Flächen bzw. um «tote» Grünflächen wie Sport- oder Fussballplätze. Die zunehmende Versiegelung der Böden dürfte auch der Hauptgrund dafür sein, dass das BDM zwischen 2004 und 2014 einen Rückgang der Artenzahlen bei den Gefässpflanzen feststellt. Auch Erhebungen im Kanton Aargau (Kessler-Index) weisen für das Siedlungsgebiet einen deutlich niedrigeren Wert der Artenvielfalt im Vergleich zur durchschnittlichen Artenvielfalt in allen Lebensräumen aus. Seit 1996 hat die Artenvielfalt in den Aargauer Siedlungen kontinuierlich abgenommen.⁸³

Auf unversiegelten Böden des Siedlungsgebiets ist die Artenvielfalt hingegen erstaunlich hoch. Gemäss dem BDM ist die mittlere Artenzahl der Gefässpflanzen, Moose und Mollusken in den Siedlungen deutlich höher als im Landwirtschaftsgebiet (Abb. 51). Auch das erste Inventar auf dem Gebiet der Stadt Genf brachte 2013 Überraschendes zutage:⁸⁴ Auf einer Fläche von 50 Hektaren (rund 3 Prozent der Gemeindefläche) wurden 771 Arten von Pflanzen, Moosen und Flechten entdeckt. Dies entspricht 36 Prozent aller im Kanton Genf bekannten Arten, darunter zahlreiche gefährdete.



Abb. 50 Begrünte Dächer bieten wichtige Ersatzlebensräume für Tiere und Pflanzen.

Wertvolle Ersatzlebensräume

Zuweilen bietet der Siedlungsraum mit seinen kleinräumig strukturierten Standorten, ausgedehnten Verkehrsinfrastrukturen (Bahnareale, Strassenborde), der Dynamik von naturnahen, unverbauten, bebauten und ungenutzten Flächen sowie vielfältigen klimatischen Bedingungen ein Refugium für Arten, die ihren natürlichen Lebensraum verloren haben. Der Große Eichenbock beispielsweise, ursprünglich in Eichen-Urwäldern beheimatet, findet in Parkanlagen mit alten Eichen oder Buchen wertvolle Ersatzlebensräume; in Pflasterritzen können niedrigwüchsige und konkurrenzschwache Pflanzen wie das Niederliegende Mastkraut gedeihen; gewisse Vogel- und Fledermausarten (Abb. 52) finden an alten Fassaden und Dachkonstruktionen Unterschlupf, einige «Kulturfolger» wie die Mehlschwalbe, der Hausrotschwanz oder das Große Mausohr sind sogar auf den zeitweiligen Aufenthalt an Gebäuden angewiesen. Infolge von energetischen Gebäude-sanierungen und Minergie-Neubauten gingen in den letzten Jahren jedoch viele potenzielle Nistplätze und Zugänge an Gebäuden verloren.

Invasive gebietsfremde Arten auf dem Vormarsch

Die Artenvielfalt eines Ortes wird auch durch seine Erreichbarkeit bestimmt: Je isolierter und je schwerer zugänglich ein Grünraum ist, desto weniger Arten können von benachbarten

Grünflächen einwandern. Von den urbanen Bedingungen profitieren insbesondere die mobilen, opportunistischen Arten, die keine spezifischen Ansprüche an ihren Lebensraum stellen. Darunter finden sich auch zahlreiche gebietsfremde invasive Arten. Ruderalflächen, die durch häufige Störung oder Trockenheit nur eine lückige Vegetation aufweisen, sind besonders reich an invasiven Neophyten: In Bahn- und Industriearälen stellen sie heute oft die artenreichste Pflanzengruppe dar.⁸⁵ Der Siedlungsraum ist damit eine potenzielle Quelle für invasive Arten, die sich weiter ins Umland ausbreiten können.

Biozide und Pflanzenschutzmittel belasten Siedlungsgewässer

Die intensive Siedlungsnutzung führt zudem zu Luft-, Boden- und Wasserbelastungen. Im Siedlungsraum gelangen jedes Jahr zirka 2000 Tonnen Pflanzenschutzmittel und Biozide in den Boden und in die Gewässer (ohne Desinfektionsmittel auf Alkohol- und Chlorbasis). Dies entspricht ungefähr der Menge an Pflanzenschutzmitteln, die in der Schweiz jährlich in der Landwirtschaft eingesetzt werden.⁸⁶ Noch immer wenden viele Privatpersonen Herbicide auf Wegen, Plätzen, Dächern, Terrassen und Lagerplätzen an, obschon dies seit 2001 verboten ist. Diese Herbizid- und Biozidstoffe können ab einer gewissen Schwellenkonzentration ökotoxisch auf Algen, Wasserpflanzen und Tiere wirken.⁸⁷ Vor allem im Fassadenabwasser von neu erstellten Häusern können je nach

Mittelwert der Artenzahlen (2001–2015)

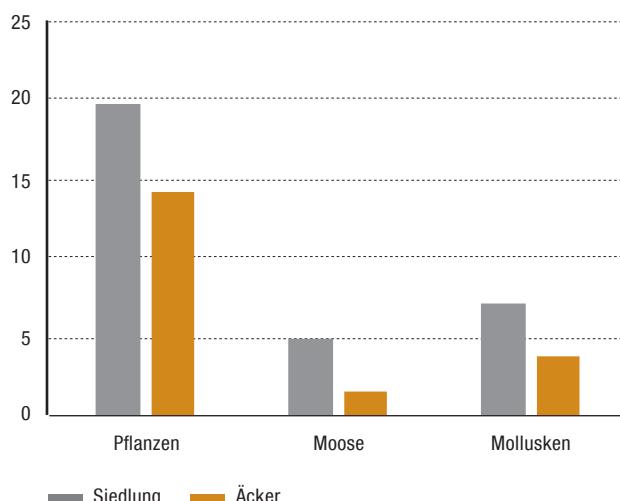


Abb. 51 Die mittlere Artenzahl der Gefäßpflanzen, Moose und Mollusken ist in den Siedlungen deutlich höher als in Äckern. Quelle: BDM

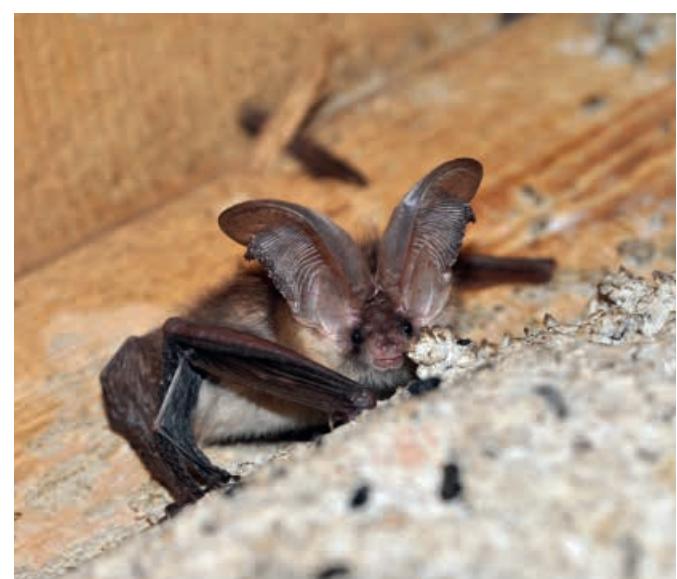


Abb. 52 Eigentlich in lichten Wäldern beheimatet, kann das Braune Langohr (Plecotus auritus) auch Dachstöcke und Fassadenspalten besiedeln.

verwendeten Produkten hohe Biozidkonzentrationen auftreten, sodass der zulässige Richtwert der Gewässerschutzverordnung nicht mehr eingehalten wird.

Künstliches Licht verändert das Verhalten der Tiere

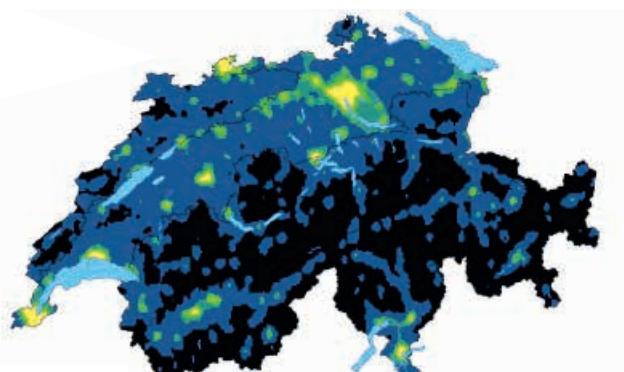
Auch künstliches Licht zählt zu den negativen Auswirkungen der Siedlungsnutzung. Zwischen 1994 und 2012 haben sich die Lichtheissemissionen in der Schweiz mehr als verdoppelt.⁸⁸ Die Fläche mit Nachtdunkelheit hat von knapp 30 Prozent (1994) auf rund 20 Prozent (2012; Abb. 53) abgenommen. Im Mittelland gibt es seit 1996 keinen Quadratkilometer mehr mit absoluter Dunkelheit während der Nacht. Die künstliche Beleuchtung kann den Tag-Nacht-Rhythmus der Tiere sowie ihr Jagd- und Fortpflanzungsverhalten verändern. Nachtaktive Tiere erwachen später und machen sich später auf die Jagd nach Beute. Dadurch verändern sich die Konkurrenz zwischen den Arten und die Räuber-Beute-Beziehungen, was zu einer Verschiebung und Verarmung der Artenzusammensetzung führen kann.

Biodiversitätsförderung im Siedlungsraum

Mit Unterstützung der Behörden wurden in den vergangenen 20 Jahren zahlreiche Grünareale in Schweizer Städten ökologisch aufgewertet oder neu angelegt. Der Anteil ökologisch wertvoller Flächen beträgt beispielsweise in der Stadt Zürich 15 Prozent.⁸⁹ In der Stadt Bern liefert ein Biodiversitätskonzept die Grundlage für eine Stadtentwicklung, die zusätzlich zur Schaffung von Wohnraum auch – gut vernetzte – Lebensräume für Tiere und Pflanzen erhält bzw. schafft. Die Stadt Genf setzt sich mit einer Fülle von Instrumenten wie Inventaren, Gesetzen, Massnahmenplänen und konkreten Projekten für den Schutz und die Förderung der biologischen Vielfalt ein. Das Projekt Grünstadt Schweiz hat ein Label für nachhaltiges Stadtgrün entwickelt. Die Auszeichnung mit dem Label soll das Image einer Stadt stärken und ein Zeichen für eine innovative und langfristige Grünflächenpolitik setzen. Grünstadt Schweiz wird von der Vereinigung der Schweizerischen Stadtgärtnerinnen und Gartenbauämter (VSSG) getragen.

Einige Schweizer Städte haben auch Konzepte entwickelt, um das Problem der hohen Lichtheissemissionen zu entschärfen: Zürich, Luzern, Basel oder Genf streben mit einem «Plan Lumière» eine umweltverträgliche Nachtbeleuchtung auf ihrem Stadtgebiet an. Für die spezifische Förderung von National Prioritäten Arten im Bereich Siedlungs- und Verkehrsflächen hat das BAFU Aktionspläne erarbeitet.

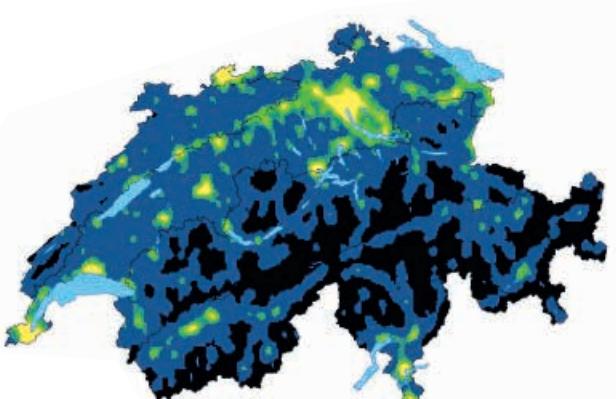
Radiance [10^{10}] (1992–1994)



■ 0–5,0 (Nachtdunkelheit)
■ 180,1–270,0

■ 5,1–90,0 (tief)
■ 270,1–360,0

Radiance [10^{10}] (2007–2009)



■ 90,1–180,0
■ >360,1 (hoch)

Abb.53 Lichtheissemissionen in den Jahren 1992–1994 (links) und 2007–2009 (rechts), berechnet anhand von Satellitenbildern.
Quelle: Satellitenbilder des Defense Meteorological Satellite Program, aufgenommen mit dem Operational Linescan System, <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/>

3 > Arten

In der Schweiz sind zahlreiche Arten vom Aussterben bedroht. So figurieren beispielsweise vier Fünftel der Reptilienarten auf der Roten Liste. Auf nationaler Ebene ist die Artenvielfalt weitgehend stabil. Diese auf den ersten Blick erfreuliche Bilanz gilt es jedoch zu relativieren, denn die Artengemeinschaften gleichen sich immer mehr an. Arten ohne besondere ökologische Ansprüche verbreiten sich auf Kosten der Lebensraumspezialisten. Dadurch gehen diejenigen Artengemeinschaften verloren, die einst typisch waren für unsere Landschaften.

In der Schweiz breiten sich bereits häufige Arten ohne spezielle Lebensraumansprüche immer weiter aus, während sich die Bestände der Spezialisten ausdünnen. 36 Prozent der untersuchten Arten gelten als «bedroht», 10 Prozent als «potenziell gefährdet» (Abb. 54).

Die Vielfalt an Landschaften und Lebensräumen in der Schweiz spiegelt sich in einer grossen Artenvielfalt wider. In der Schweiz sind bisher 46 000 Arten von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Flechten bestimmt worden. Fachleute schätzen, dass rund 20 000 weitere Arten hier vorkommen (Mikroorganismen nicht eingerechnet).⁹⁰ 49 Arten findet man in kei-

nem anderen Land,⁹¹ darunter der Ruderfusskrebs *Gelyella monardi*, dessen Verbreitungsgebiet sich auf die Areuse-Schlucht und die Quelle Combe-Garot im Neuenburger Jura beschränkt. Sie gelten als Schweizer Endemiten. Bei 97 Arten liegt mehr als die Hälfte ihres Verbreitungsgebietes in der Schweiz. Für die Endemiten und die Teil-Endemiten trägt die Schweiz eine internationale Verantwortung, weil deren Aussterben in der Schweiz ein weltweites Aussterben bzw. eine zusätzliche Gefährdung für die Art bedeuten würde. Die Endemiten und Teil-Endemiten figurieren auf der Liste der Nationalen Prioritären Arten.

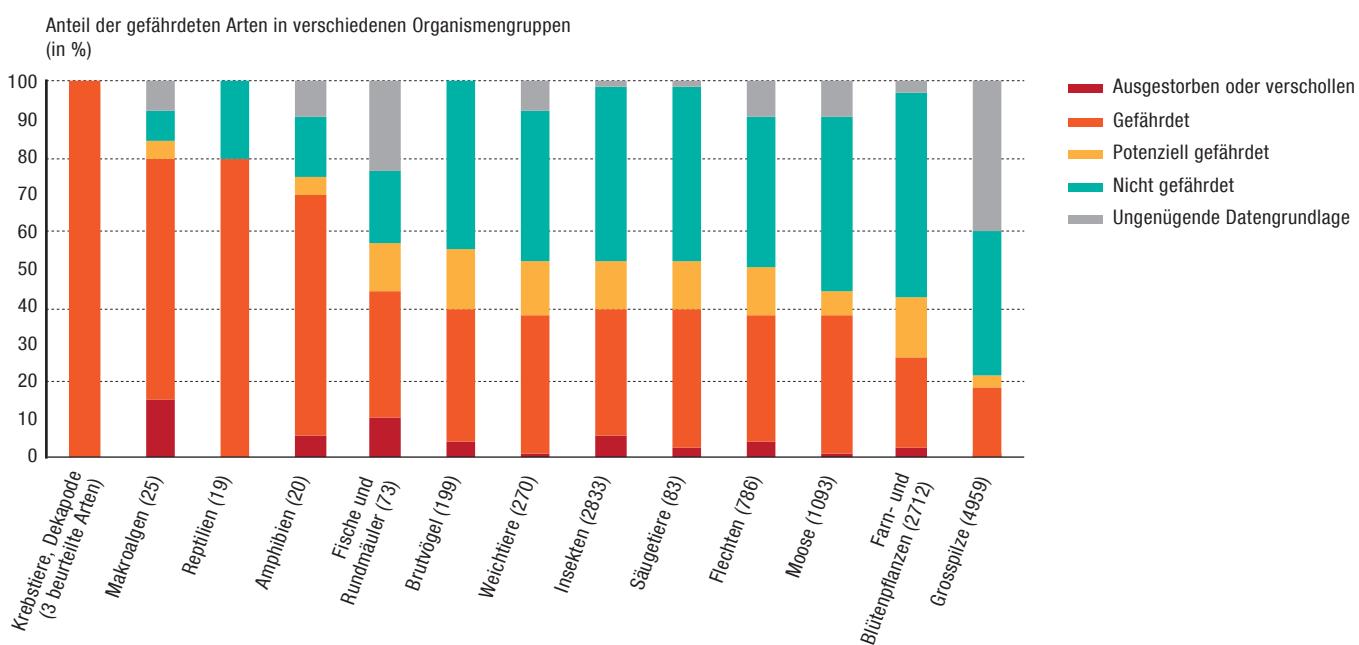


Abb. 54 Als «gefährdet» gelten alle Arten der Kategorien «vom Aussterben bedroht», «stark gefährdet» und «verletzlich». Quelle: BAFU

Biodiversität im Boden

Man schätzt, dass rund die Hälfte der 10 Millionen Tier- und Pflanzenarten dieser Erde in den tropischen Wäldern leben. Noch gewichtiger ist die Biodiversität im Boden: In einer Handvoll Boden kommen einige Hunderttausend bis Millionen Arten vor, vor allem Mikroorganismen. Weil sie so winzig sind und es an entsprechenden Analysetechniken mangelt, konnten bis heute nur wenige Gruppen von Bodenorganismen gründlich untersucht werden. Immer mehr Studien weisen jedoch darauf hin, dass die Bodenorganismen bei einem Grossteil der Ökosystemleistungen direkt oder indirekt beteiligt sind, sowohl auf lokaler Ebene (Nahrungsmittelproduktion) wie auf globaler Ebene (klimarelevanter Kohlenstoffzyklus im Boden). Der Boden selbst resultiert aus dem immensen Reichtum an Bakterien, Algen, mikroskopisch kleinen Pilzen und Protozoen, denen er Lebensraum bietet. Das BAFU und die Bodenschutzfachstellen der Kantone haben eine Arbeitsgruppe gebildet, die Gesetzesvorlagen zur Erhaltung der Bodenbiodiversität erarbeiten soll.

3.1 Häufige und verbreitete Arten

Für die Gefässpflanzen zeigen die Daten in der Beobachtungsperiode 2005–2015 in einigen Regionen der Schweiz einen leichten Anstieg der durchschnittlichen Artenzahl in den Untersuchungsflächen. Statistisch gesichert ist eine Zunahme für die Flächen in der biogeografischen Region Mittelland, aber auch für die Schweiz insgesamt. Bei den Tagfaltern hat

die Anzahl Arten pro Quadratkilometer zumindest im Mittelland zugenommen. Bei den Brutvögeln ist die Artenvielfalt innerhalb von Landschaften in den vergangenen Jahren über alle Arten betrachtet weitgehend konstant geblieben. Es ist allerdings eine Zunahme in den höheren Lagen (Zentralalpen) feststellbar.

Auf den ersten Blick scheint es sich bei diesen Ergebnissen um positive Entwicklungen zu handeln. Doch die Neubesiedlung einer 1 Quadratkilometer grossen Messfläche ist lediglich ein Hinweis darauf, dass eine Art einen bisher nicht besetzten Standort mit mindestens einem Individuum erschlossen hat. Die Populationsgrössen und Revierdichten innerhalb einer Messfläche werden nicht berücksichtigt. Eine detaillierte Analyse offenbart jedoch, dass keinerlei Entwarnung gegeben werden kann. Zugenommen haben vor allem bereits verbreitete und häufige Arten ohne spezielle Lebensraumsprüche sowie gebietsfremde Arten (Neobiota).⁹² Dies hat zur Folge, dass sich die Vegetation in vielen Lebensräumen der Schweiz über grosse geografische Räume hinweg angleicht, also homogenisiert. Der Indikator «Vielfalt von Artengemeinschaften» des BDM zeigt tatsächlich, dass die Artenzusammensetzung bei Gefässpflanzen und Mollusken im Grünland der mittleren Lagen zunehmend ähnlicher wird. Lebensgemeinschaften werden dann homogener, wenn die Nutzungen immer ähnlicher bzw. intensiver werden oder wenn überall die gleichen Arten eingeschleppt oder über Saatgut eingebracht werden. So deutet die starke Präsenz des

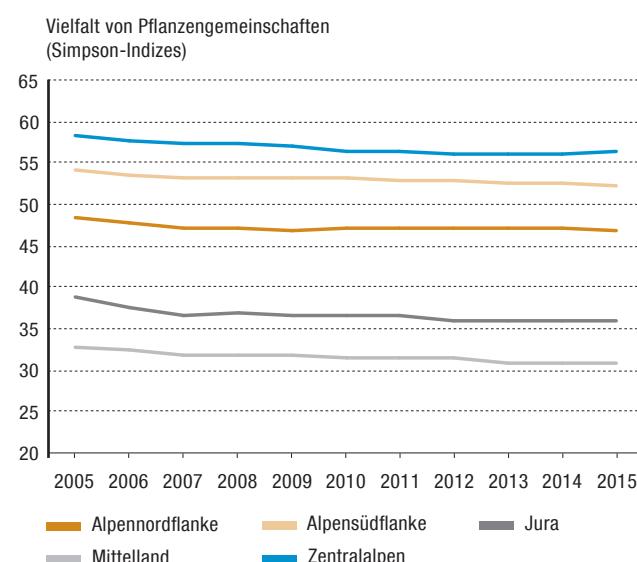


Abb. 55 Vielfalt von Pflanzengemeinschaften in den Regionen. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

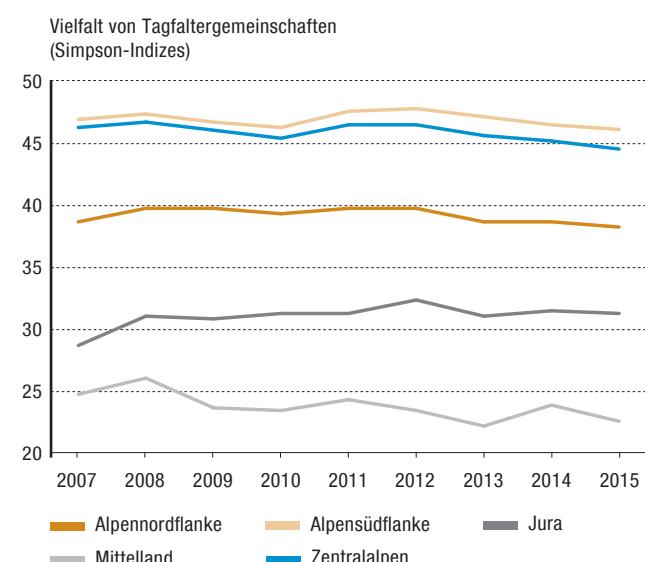


Abb. 56 Vielfalt von Tagfaltergemeinschaften in den Regionen. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

Löwenzahns in vielen Pflanzenbeständen und Lebensräumen auf einen flächendeckend steigenden Nährstoffeintrag hin. Weil seltene Arten verschwinden (siehe unten) und bereits häufige Arten sich immer weiter ausbreiten, geht in verschiedenen Lebensräumen das Regionaltypische und Ursprüngliche und damit biologische Vielfalt verloren.

Auch der Klimawandel spiegelt sich in den Resultaten wider: Seit 2001 breiten sich diejenigen Pflanzenarten überdurchschnittlich aus, die höhere Temperaturen und trockene Bedingungen benötigen. Angesichts der starken Biodiversitätsverluste seit 1900 und dem tiefen Biodiversitätsniveau, an dem die Schweiz angelangt ist,⁹³ sind leicht positive Entwicklungen noch kein Synonym für ökologische Qualität in den Lebensräumen; der Verlust an Lebensraumspezialisten wird durch die Entwicklung nicht kompensiert.

3.2 Bedrohte Arten

Der Gefährdungsgrad von einheimischen Arten wird in Roten Listen dargestellt. Je kleiner und fragmentierter das besiedelte Gebiet einer Art ist oder je kleiner ihr Bestand ist bzw. je stärker ihr Bestand zurückgeht, desto höher ist ihre Gefährdung.

Das BAFU hat für 27 Organismengruppen der Schweiz Rote Listen erlassen. Bisher wurden ein Viertel der 46 000 bekannten Arten für die Roten Listen bewertet. Von diesen Arten sind 36 Prozent bedroht – dieser Prozentsatz liegt deutlich über dem Durchschnittswert der OECD-Länder. 3 Prozent (255) der untersuchten Arten sind «in der Schweiz ausgestorben». 10 Prozent der Arten gelten als «potenziell gefährdet» (NT) und bedürfen besonderer Aufmerksamkeit, da bei ihnen die Gefahr besteht, dass sie künftig in eine Gefährdungskategorie gelangen. Der Anteil gefährdeter Arten variiert je nach Organismengruppe.⁹⁴

Jede nach den Kriterien der IUCN (International Union for Conservation of Nature) erstellte Rote Liste dokumentiert Bestands- und Arealveränderungen. Sie gibt also nicht bloss den momentanen Zustand wieder, sondern zeigt die (negative wie positive) Entwicklung der Biodiversität auf. Interessant ist der Vergleich von vormaligen und aktualisierten Roten Listen für dieselbe Organismengruppe. Für die Brutvögel und für die Gefässpflanzen liegen jeweils zwei Rote Listen vor, die vergleichbar sind; diejenige der Libellen ist in Vorbereitung.

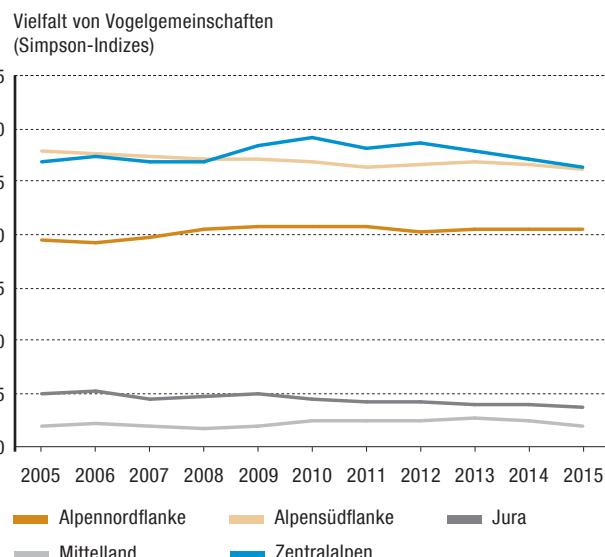


Abb. 57 Vielfalt von Vogelgemeinschaft in den Regionen. Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig). Quelle: BDM

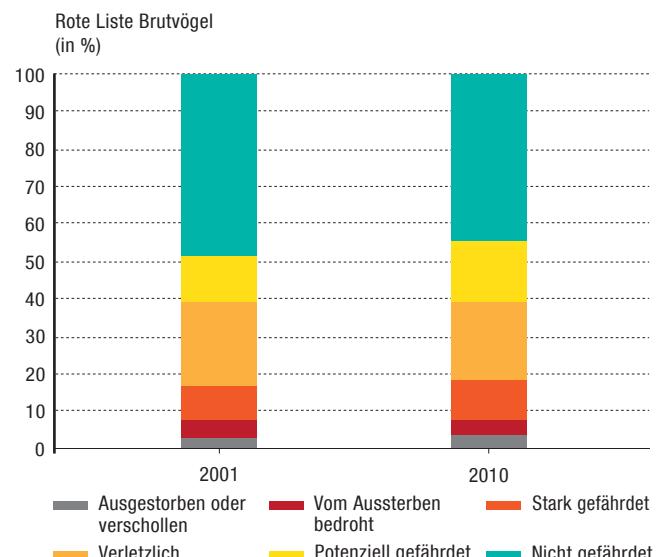


Abb. 58 Vergleich der Roten Listen Brutvögel 2001 und 2010. Quelle: BAFU

Anhaltende Verluste bei den bedrohten Vögeln

Der Vergleich der Roten Listen Brutvögel von 2001 und 2010 zeigt, dass sich die Gefährdungssituation für Brutvögel insgesamt nicht verbessert hat (Abb. 58).⁹⁵ Der Anteil gefährdeter Arten ist fast gleich geblieben, das heisst, viele Brutvögel erleiden weiterhin Bestandsverluste und Arealrückgänge. Eine differenziertere Analyse macht deutlich, dass sogar eine Verschlechterung stattgefunden hat. Die Zahl der Arten, die in eine höhere Gefährdungskategorie eingestuft werden mussten, ist grösser als die Zahl der Arten, die tiefer eingestuft wurden. Bei Arten, die in eine höhere Gefährdungskategorie eingestuft wurden, ist die Verschlechterung durch starke Rückgänge der Bestände bedingt. Dementsprechend ist auch der Swiss Bird Index für die Brutvogelarten der Roten Liste seit 1990 negativ (Abb. 59). In den letzten Jahren scheint sich dieser Teilindex jedoch auf tiefem Niveau zu stabilisieren. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob bei den Brutvögeln eine effektive Trendumkehr erreicht werden kann.

Situation der Gefässpflanzen hat sich verschlechtert

Die Rote Liste der Gefässpflanzen wurde von Info Flora nach 14 Jahren revidiert und ersetzt damit die Ausgabe 2002. Die aktuellen Daten zeigen, dass sich die Situation für die Gefässpflanzen nicht verbessert hat (Abb. 60).⁹⁶

Beim Grossteil der bereits 2002 gefährdeten Arten sowie bei rund 50 zusätzlichen Arten liess sich der negative Trend nicht aufhalten; sie bleiben gefährdet. In der Roten Liste

2016 sind rund 44 Prozent der 2700 einheimischen Pflanzenarten als gefährdet oder potenziell gefährdet eingestuft. Die Anzahl verschwundener Pflanzenarten sowie der potenziell gefährdeten Arten ist sogar weiter angestiegen.

Gefährdete Arten finden sich in allen Lebensräumen. Besonders hoch ist deren Anteil (an den jeweils lebensraumtypischen Arten) jedoch in Gewässern, Ufern und Mooren, in Trockenwiesen tieferer Lagen sowie in Äckern und Weinbergen. Am geringsten ist der Anteil in Wäldern, alpinen Lebensräumen und in Fettwiesen, was ein deutlicher Hinweis darauf ist, dass an erster Stelle der Lebensraumverlust bzw. die Abnahme der Lebensraumqualität für den Artenrückgang bei den Gefässpflanzen verantwortlich ist.

Mehr als ein Drittel der Moosvielfalt ist gefährdet

In der Roten Liste der Moose der Schweiz 2004 wurden gesamthaft 1093 Arten und Unterarten beurteilt. 416 davon wurden als gefährdet eingestuft, das sind 38,1 Prozent. Davon gelten 15 in der Schweiz als ausgestorben, 61 als vom Aussterben bedroht und 58 als stark gefährdet. Am stärksten gefährdet sind die Arten der Trockenwiesen und die Ackermoose. Die Äcker werden heute intensiver bewirtschaftet und meist gleich nach der Ernte umgebrochen und gedüngt. Das Fehlen der Stoppelfelder entzieht den spezialisierten Arten ihren Lebensraum.

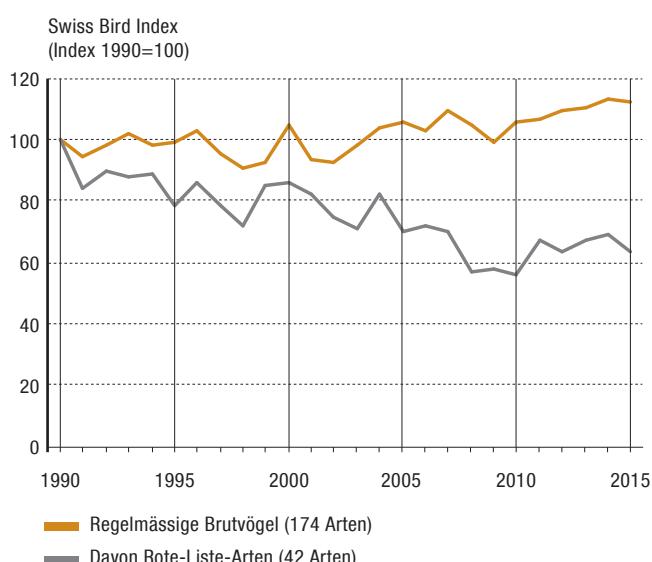


Abb. 59 Entwicklung der regelmässig in der Schweiz brütenden Vogelarten und der bedrohten Arten. Quelle: Schweizerische Vogelwarte Sempach

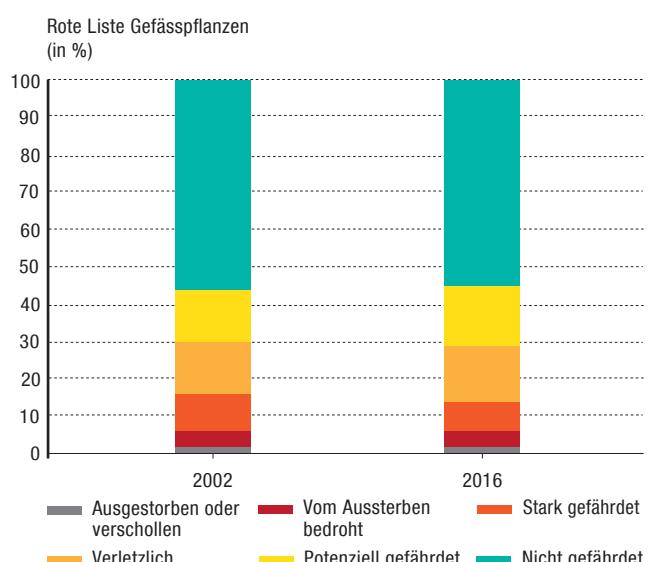


Abb. 60 Vergleich der Roten Listen Gefässpflanzen 2002 und 2016. Quelle: BAFU

Flechten halten der Trockenheit stand, nicht aber dem Verlust ihrer Lebensräume

Ihre grosse Umwelttoleranz ermöglichte es den Flechten, auch Gebiete mit extremen klimatischen Bedingungen zu besiedeln. Diese aussergewöhnliche Robustheit bewahrt die Flechten jedoch nicht vor dem Aussterben. Von den 786 untersuchten Arten der Schweiz befinden sich 36 Prozent auf der 2002 publizierten Roten Liste. Hauptursachen für den Rückgang der Flechten sind die Zerstörung und Veränderung ihrer Lebensräume und die Luftverschmutzung. Hinzu kommt, dass sich Arten mit geringen ökologischen Ansprüchen auf Kosten von spezialisierten Arten ausbreiten.

Altwälder fördern Pilzdiversität

In der artenreichen Organismengruppe der Pilze sind vor allem Daten zur Verbreitung und Ökologie von Grosspilzen erhoben worden, bei den Kleinpilzen ist der Kenntnisstand nach wie vor für die meisten Arten tief. Für die Rote Liste konnten 2956 Arten eingestuft werden, wovon 32 Prozent zu den gefährdeten Arten gezählt werden müssen. Gefährdete Pilzarten kommen in allen Lebensräumen vor. Besonders bedroht sind die Pilzarten in Wiesen und Weiden, da diese Lebensräume durch Intensivierung mittels Düngerbeigaben oder Verbuschung verschwinden. Unter den Waldarten sind zahlreiche gefährdete Pilzarten von genügend Totholz abhängig, Nährstoffeinträge aus der Luft beeinflussen zudem die für das gute Gedeihen von Waldbäumen wichtigen Mykorrhizi-

zapilze negativ. Waldreservate helfen, die grosse Diversität von Pilzen in Altwäldern zu erhalten.

Amphibien unter Druck

Besonders viele bedrohte Arten weisen die Amphibien auf: Von den 20 in der Schweiz einheimischen Arten stehen 14 (70 Prozent) auf der Roten Liste; eine weitere Art (5 Prozent) ist potenziell gefährdet.⁹⁷ Mit Ausnahme des Italienischen Springfroschs haben alle Arten im betrachteten Zeitraum von zehn Jahren Bestandeseinbussen erlitten (siehe Kapitel 4). Besonders kritisch ist die Situation für Arten der gelegentlich austrocknenden Gewässer (d.h. Gewässer, die jährlich oder mindestens alle paar Jahre austrocknen). Auch in den inventarisierten Amphibienlaichgebieten von nationaler Bedeutung findet ein Rückgang statt. Im Durchschnitt hat jedes Objekt seit der Inventarisierung (1994–2007) eine Amphibienart verloren – alle biogeografischen Regionen und Kantone sind ungefähr gleich betroffen (Abb. 62).

Den Reptilien mangelt es an Lebensräumen

In den letzten Jahren sind die Bestände der einheimischen Reptilien im Grossteil der Schweiz geschrumpft. 79 Prozent der 19 untersuchten Gruppen figurieren auf der Roten Liste.⁹⁸ Stark bedroht sind insbesondere die Arten, die an Gewässer gebunden sind (*Natrix maura* und *N. tessellata*). Der Rückgang der Reptilien ist oft eine Folge von qualitativen Lebensraumverlusten und der starken Fragmentierung der Lebens-



Abb. 61 Den Orangefarbenen Heftelnabeling (Rickenella fibula) findet man in den Wäldern tieferer Lagen.

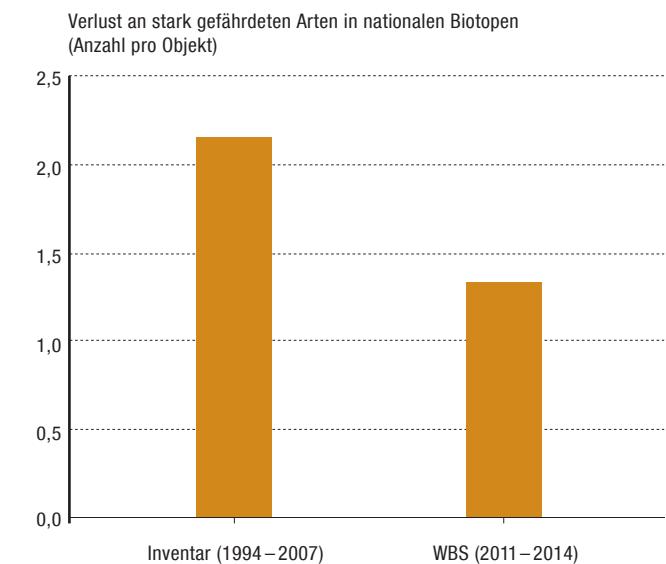


Abb. 62 Anzahl stark gefährdeter Amphibienarten in den Biotopen von nationaler Bedeutung zum Zeitpunkt der Inventarisierung. Im Durchschnitt hat jedes Objekt eine Amphibienart verloren. Quelle: WBS

räume. Weil vielerorts die dynamischen Landschaftsprozesse (Steinschlag, Überschwemmungen usw.) unterbunden sind, mangelt es zudem an natürlich geschaffenen, für Reptilien günstigen Lebensräumen.

Fische brauchen Lebensraumverbindungen

Über 58 Prozent der Fischarten der Schweiz stehen auf der Roten Liste.⁹⁹ Je spezialisierter eine Art ist, umso grösser ist ihr Aussterberisiko. Die grössten Bedrohungen für die Fische sind chemische Cocktails in den Gewässern (siehe Abb. 32) und der schlechte ökomorphologische Zustand der Wasserläufe (siehe Abb. 23). Zahlreiche künstliche Barrieren und Schwellen begrenzen die Wanderung der Fische (sechs der sieben grossen Wanderarten, die einst in der Schweiz heimisch waren, sind bereits ausgestorben). Die Hindernisse trennen zudem die Fisch-Populationen, was deren genetische Vielfalt schwächt.

Wirbellose sind sehr fragil

Man schätzt, dass es in der Schweiz rund 100-mal mehr wirbellose Tierarten (>40 500) gibt als Wirbeltierarten (396).¹⁰⁰ Leider ist der Kenntnisstand je nach Gruppe sehr unterschiedlich. Von den wirbellosen Arten, die im Rahmen der Roten Listen untersucht wurden, gelten 40,7 Prozent als bedroht.⁵⁰ Qualitative und quantitativen Lebensraumverluste (Hecken, Büsche, Totholz, natürliche Wasserläufe), das Verschwinden von Wirtspflanzen sowie Pestizide sind die Hauptursachen für den Rückgang der Wirbellosen. Hinzu kommt, dass die Belastbarkeit und die Fähigkeit zur Neubesiedlung bei vielen Wirbellosen stark eingeschränkt sind. Wird ein Lebensraum falsch gepflegt, kann dies für die ansässigen Populationen desaströse Folgen haben.

National Prioritäre Arten

Das Konzept des BAFU zur Artenförderung¹⁰¹ geht davon aus, dass alle Arten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet grundsätzlich zu erhalten sind. Im Fokus von spezifischen Fördermassnahmen stehen Arten, die hierzulande gefährdet sind, für welche die Schweiz international besondere Verantwortung trägt und die dringende Massnahmen für ihre Erhaltung brauchen. Grundlage ist die Liste der Nationalen Prioritären Arten.¹⁰² Sie enthält derzeit rund 3600 Arten und dient als Vollzugshilfe in der Arten- und Lebensraumförderung. Die Priorität wurde in vier Stufen eingeteilt. Dabei haben rund 10 Prozent dieser Arten eine sehr hohe Priorität (Priorität 1), 20 Prozent eine hohe Priorität (Priorität 2), 30 Prozent eine mittlere Priorität (Priorität 3) und 40 Prozent eine mässige Priorität (Priorität 4). Analog zu den Roten Listen wird die Liste der Nationalen Prioritären Arten periodisch aktualisiert. Das Konzept Artenförderung Schweiz zeigt mit sechs Grundsätzen und zwanzig Massnahmen auf, wie die Nationalen Prioritären Arten erhalten werden sollen. Es sieht die Umsetzung der Massnahmen bis 2020 vor.

4 > Gene

Genetische Vielfalt ist ein zentraler Faktor für die Anpassungsfähigkeit und das langfristige Überleben der Arten. Um sie zu erhalten, braucht es ausreichend grosse Populationen und den genetischen Austausch zwischen den Teilpopulationen. Erhaltungspopulationen in Zoos, botanischen Gärten und anderen Zuchtinstitutionen (ex situ) sind ergänzende Massnahmen. Während die Bedeutung der genetischen Vielfalt heute bekannt ist, fehlt eine Gesamtschau über den Zustand und die Entwicklung dieser Vielfalt in der Schweiz, weil kein entsprechendes Monitoring zur Verfügung steht.

Die genetische Vielfalt bildet neben der Vielfalt an Lebensräumen und der Arten die dritte Säule der Biodiversität. Sie kann vereinfacht als die Gesamtzahl der «Baupläne» zur Gestalt und zur Funktionsweise von Organismen innerhalb einer Art oder von Population beschrieben werden. Verschiedene Populationen der gleichen Art weisen oft Varianten bestimmter Merkmale oder Gene auf. Eine Fichte im Flachland mit breiter Krone ist beispielsweise genetisch nicht identisch mit einer Fichte im Gebirge mit ihrer schmalen Krone, die sie vor Schneebruch schützt.

Genetische Vielfalt bestimmt die Anpassungsfähigkeit

Wenn verschiedene Individuen einer Art unterschiedliche Allele eines Gens besitzen, spricht man von genetischer Variabilität. Allele entstehen durch zufällige Mutationen und können in einer Population häufig oder selten sein. Genetische Vielfalt bestimmt die Anpassungsfähigkeit einer Art, indem Populationen aus ihren Allelreserven «schöpfen» und auf wechselnde Umweltbedingungen reagieren können. Je grösser die genetische Vielfalt ist, desto grösser ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Populationen mit neuen klimatischen Verhältnissen, Bodenbedingungen, Parasiten oder Krankheiten zureckkommen und die Art als Ganzes überleben kann. Genetisch einheitliche Arten und Populationen sind zudem stärker durch Inzucht bedroht. Das gilt vor allem für kleine und räumlich isolierte Populationen. Folglich sind zahlreiche grosse, vernetzt und stabile oder wachsende Populationen von hoher Bedeutung für das Überleben von Arten.¹⁰³

Die genetische Vielfalt ist auch die Basis für die Entstehung neuer Arten. Ohne genetische Vielfalt wäre der Evolutionsprozess gar nicht möglich – die natürliche Selektion gründet auf dieser Vielfalt. Der Schutz der genetischen Vielfalt erhöht also nicht nur die Überlebenschancen der Arten unter den bestehenden Verhältnissen, sondern ermöglicht auch die Entstehung von neuen Organismen in der Zukunft.

Standortfremde Sorten und Rassen

Die genetische Zusammensetzung einer Population kann zudem durch das Einschleppen oder Ausbringen standortfremder Sorten und Rassen verändert werden. So führen beispielsweise standortfremdes Saatgut,¹⁰⁴ über grosse Entfernnungen transportiertes Erdmaterial mit Samen und wirbellosen Kleintieren oder der Fischbesatz mit Tieren aus anderen Gewässereinzugsgebieten zu einer unerwünschten genetischen Vermischung. Einheimische und angepasste Sippen können so verdrängt oder ausgelöscht werden. Die Folge ist ein Verlust der regionalen Anpassungsfähigkeit, denn die neu entstandenen Hybriden kommen in der Regel weniger gut mit den lokalen Standortverhältnissen (z.B. Boden, Klima, Gewässer, Krankheiten) zurecht.

Rote Listen deuten auf grosse genetische Verluste hin

Zahlen zur Entwicklung und zum Zustand der genetischen Vielfalt der Wildpflanzen und -tiere in der Schweiz sind spärlich, weil keine entsprechenden Monitoringprogramme zu Verfügung stehen. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass der Verlust und die Verkleinerung von Populationen durch die Zerstörung, Beeinträchtigung und Fragmentierung ihrer Lebensräume bei vielen Arten zu einem Verlust an genetischer Vielfalt geführt hat. Die grosse Zahl an Arten auf den Roten Listen dürfte ein deutlicher Hinweis darauf sein, dass weiterhin auch genetische Vielfalt verloren geht. Forschende gehen davon aus, dass auch der Klimawandel die genetische Vielfalt innerhalb von Arten bedroht.¹⁰⁵

In situ und ex situ

Die Erhaltung der genetischen Vielfalt erfolgt primär über den Schutz der Lebensräume und die Vernetzung von der verbliebenen Habitatinseln. Gemäss dem Konzept Artenförderung Schweiz¹⁰⁶ soll die einheimische Fauna und Flora in ihren angestammten Lebensräumen (*in situ*) in stabilen Popu-

lationen wild lebend erhalten werden. Zudem müssen verbliebene Habitatinseln sinnvoll miteinander vernetzt werden. Aktuelle Wildvorkommen von Arten garantieren einen standorttypischen Genpool, sind den natürlichen Evolutionsmechanismen ausgesetzt und bezeugen eine reale Überlebensfähigkeit. Erhaltungspopulationen in Zoos, Botanischen Gärten und anderen Zuchteinstitutionen (*ex situ*) sind ergänzende Massnahmen. Sie können sinnvoll sein, wenn die wild lebenden Populationen national oder regional vom Aussterben bedroht sind. Im Bereich der Wildpflanzen beispielsweise werden in der Schweiz seit einigen Jahren vermehrt die *ex situ*-Erhaltung und die Ansiedlung gefährdeter Wildpflanzen in natürliche Habitate angewendet. Die Global Strategy for Plant Conservation (GSPC), welche die Schweiz über die Biodiversitätskonvention ratifiziert hat, verlangt, dass 75 Prozent der gefährdeten Pflanzenarten *ex situ* erhalten werden und dass 20 Prozent davon für Ansiedlungen zur Verfügung stehen.

Erhaltung der genetischen Vielfalt

Der Bund engagiert sich mit der Umsetzung des «Nationalen Aktionsplans zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft» (NAP-PGREL) für den Schutz und die Förderung des Sortenreichtums der Kulturpflanzen. Für tiergenetische Ressourcen wurde ein Konzept zur Erhaltung der landwirtschaftlichen Nutztiere ausgearbeitet. Der Bund unterstützt und fördert zudem verschiedene Massnahmen und Projekte zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der genetischen Vielfalt im Wald. Dazu zählen zum Beispiel die Umsetzung des naturnahen Waldbaus mit Naturverjüngung, die Erhaltung lokal angepasster Populationen und ihres Anpassungspotenzials in Wäldern von besonderem genetischem Interesse (BGI-Wälder) oder die Verwendung von standortgerechtem Vermehrungsgut (Samen, Jungpflanzen) für die künstliche Verjüngung der Bestände. Im Bereich der Mikroorganismen leistet der Bund einen Beitrag zum Aufbau einer nationalen Sammlung für Mikroorganismen. Das BAFU unterstützt das Netzwerk «Swiss Barcode of Life» (SwissBOL), das zum Ziel hat, die Biodiversität der Schweiz mittels DNA-Barcoding zu erfassen. Das Wissen dient der nationalen Überwachung der biologischen Vielfalt und damit der Verbesserung der Schutzstrategien.

A



B



Abb. 63 Kleine Wasserfrösche (*Pelophylax lessonae*; Abb. A) und Italienische Wasserfrösche (*Pelophylax bergeri*; Abb. B).

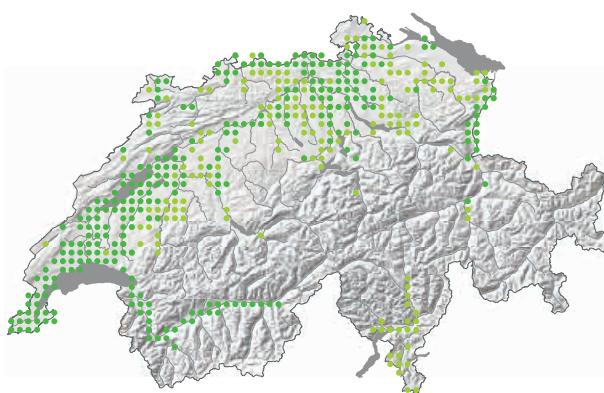
Genetische Bestimmung der Wasserfrösche brachte

Überraschungen ans Licht

Die Bestimmung einer Art anhand von gestalterischen Merkmalen kann tückisch, ja sogar irreführend sein. Denn Arten können einer Gruppe angehören, die sich morphologisch kaum unterscheidet und/oder sie können grosse gestalterische Variationen innerhalb ihrer Bestände aufweisen. In diesen Fällen helfen genetische Analysen weiter. Sie kamen jüngst auch in zwei Studien zur Bestimmung von Wasserfröschen der Gattung *Pelophylax* in der Schweiz zum Einsatz.¹⁰⁸

Die europäischen Wasserfrösche bilden einen Komplex mehrerer nah verwandter Arten und Mischformen. Die Rote Liste der bedrohten Amphibien (2005) führt neben dem autochthonen Kleinen Wasserfrosch (*Pelophylax lessonae*; Abb. 63) auch den invasiven Seefrosch (*P. ridibundus*) und den Teichfrosch (*P. esculentus*) auf. Letzterer ist ein Hybrid der beiden anderen Arten. Der Kleine Wasserfrosch ist im Norden Europas weit verbreitet, südlich der Alpen aber beschränkt sich sein Verbreitungsgebiet heute auf die Po-Ebene, Slowenien und das Tessin sowie auf einige wenige Orte im Wallis und am Genfersee. Der in Ost-europa verbreitete Seefrosch wurde in den 1960er-Jahren unter anderem zum Verzehr nach Westeuropa importiert und gelangte in die freie Wildbahn. Inzwischen hat sich die Art in den Tieflagen der Schweiz auf Kosten der stark gefährdeten Gelbbauchunke und der Geburtshelferkröte verbreitet.¹⁰⁹ Wegen seiner Grösse ist er zudem ein ernst zu nehmender Fressfeind des Kleinen Wasserfrosches. In der Westschweiz hat sich der Seefrosch rasch auf Kosten des *P. lessonae* durchgesetzt, und es ist gut möglich, dass sich dieser Vorgang im Nordosten fortsetzt.

Nun haben genetische Analysen gezeigt, dass es in der Schweiz neben dem Seefrosch (*P. ridibundus*) noch weitere invasive Arten der Gattung *Pelophylax* gibt: den Balkan Teichfrosch (*P. kurtmuelleri*), den Bedriagas Wasserfrosch (*P. bedriagae*) und den Italienischen Wasserfrosch (*P. bergeri*). Die starke morphologische Ähnlichkeit zwischen *P. ridibundus*, *P. kurtmuelleri* und *P. bedriagae* sowie zwischen *P. lessonae* und *P. bergeri* führte dazu, dass diese drei Arten bisher nicht erkannt wurden. Brisant ist, dass nahezu alle untersuchten Populationen, die bisher dem Kleinen Wasserfrosch (*P. lessonae*) zugeschrieben wurden, aus Individuen der Art *P. bergeri* und/oder aus Hybriden von *P. bergeri* und *P. lessonae* (Abb. 64) zusammengesetzt waren. Einzig die Populationen im Tessin und eine sehr kleine Population im Jura dürfen zur Art *P. lessonae* gezählt werden (Abb. 65). Die Gefährdungssituation des Kleinen Wasserfrosches muss also neu beurteilt und das Schutzkonzept entsprechend angepasst werden.



■ *Pelophylax ridibundus* ■ *Pelophylax lessonae*

Abb. 64 Verteilung des Seefrosches (*P. ridibundus*) und des Kleinen Wasserfrosches (*P. lessonae*) gemäss morphologischer Identifikation. Quelle: CSCF



■ *Pelophylax ridibundus* ■ *Pelophylax lessonae*

Abb. 65 Verteilung des Seefrosches (*P. ridibundus*) und des Kleinen Wasserfrosches (*P. lessonae*) gemäss genetischer Identifikation. Quelle: Dufresnes et al. 2017

5 > Massnahmen

Die Biodiversität der Schweiz ist auf Schutz- und Förderflächen sowie eine nachhaltige Landnutzung angewiesen. Die für die Biodiversität ausgewiesene Fläche wurde in den letzten 25 Jahren erhöht. Sie reicht aber noch nicht, um die Bestandsverluste der gefährdeten Arten und die Flächenverluste seltener Lebensräume zu stoppen.

In der Schweiz ist der Schutz der Biodiversität prinzipiell durch die Instrumente des Lebensraumschutzes gewährleistet. Eine beschränkte Anzahl besonders gefährdeter Arten wird von Bund und Kantonen zusätzlich mit Artenförderungsprogrammen unterstützt. Außerdem werden Massnahmen zur Aufwertung der Gewässer und zur Förderung einer nachhaltigen Landnutzung vor allem im Wald und im Kulturland vom Bund unterstützt oder umgesetzt.

Fläche der Schutzgebiete bleibt stabil

Die Fläche der nationalen Schutzgebiete für Biodiversität – dazu zählen die inventarisierten Auen, Hochmoore, Flachmoore, Amphibienlaichgebiete, Trockenwiesen und -weiden sowie die Wasser- und Zugvogelreservate (WZVV), die Eidgenössischen Jagdban ge biete und der Schweizerische Nationalpark – ist (mit Ausnahme der WZVV, die in den Jahren 2001 und 2009 revidiert worden sind), in den letzten fünf Jahren stabil geblieben (Abb. 67). Sie entspricht 6,2 Prozent der Landesfläche – was im internationalen Vergleich ein niedriger Wert ist (Abb. 66). Zu den nationalen Schutzgebieten kommen regionale, lokale und private Naturschutzgebiete, Waldreservate sowie Gebiete, die eine internationale Bedeutung haben wie die 37 Smaragd-Gebiete der Berner Konvention und die 11 Gebiete der Ramsar-Konvention. Es bestehen oft Überlagerungen zwischen den Schutzgebieten, da der Schutz verschiedene Zwecke haben kann und die Information vom kantonalen Schutzstatus lückenhaft ist. Zudem gibt es nur partielle Informationen zu kantonalen und lokalen Schutzgebieten. Zählt man die Biodiversitätsförderflächen Qualitätsstufe 2 der Landwirtschaft und die Pufferzonen dazu, sind gegenwärtig rund 12,5 Prozent der Landesfläche für die Erhaltung der Biodiversität ausgewiesen.

Für bedrohte Arten sind Schutzgebiete wichtige Rückzugsorte. So beherbergen die nationalen Biotopinventarobjekte gut die Hälfte der national höchst prioritären Arten (Prioritätsstufen 1 und 2) – auf zirka 1,8 Prozent der Landesfläche. Allerdings nehmen auch in Schutzgebieten die Bestände von bedrohten Arten ab.¹¹⁰ Die bestehenden Flächen sind oft zu klein und zu wenig vernetzt, was dazu führt, dass der Austausch von Individuen zwischen Populationen oder

die Wiederbesiedlung von verwaisten Gebieten nur sehr eingeschränkt oder gar nicht stattfinden kann. Hinzu kommt in vielen Fällen eine ungenügende ökologische Qualität.

Nationale Biotope verlieren an Qualität

Analysen der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS) zeigen, dass bei rund einem Drittel der untersuchten Amphibienlaichgebiete der Zustand nicht den gesetzlichen Zielen entspricht.¹¹¹ Für 61 Prozent der Objekte mit Pionierarten wird das Gewässerangebot als «unzureichend» eingeschätzt. Seit der Inventarisierung (1994–2007) ging im Durchschnitt und unabhängig von der Region eine Amphibienart pro Objekt verloren. Meist handelte es sich um eine stark gefährdete Art wie etwa die Geburtshelferkröte, die Kreuzkröte oder den Kammmolch. In jenen Objekten, wo die Arten noch vorhanden sind, wurde ein Rückgang der Populationsgrößen nachgewiesen, was auf ein schleichendes Verschwinden der Arten hinweist. Die Ursachen für diesen Rückgang ordnen die Spezialisten sowohl bei den Biotopen selbst (Mangel an temporären Gewässern, fehlende Dynamik, Einwachsen von offenen Laichgewässern) als auch in der Qualität der Landschaft um die Biotope herum (starke Zerschneidung, grossflächige Pestizideinträge). Auch der ökologische Zustand einer Mehrzahl der 283 Auen von nationaler Bedeutung genügt den gesetzlichen Anforderungen nicht.¹¹² Insbesondere die Flüsse des Mittellands und der Alpensüdseite sind in ihrer Dynamik und Geomorphologie stark beeinträchtigt. Es gibt aber auch positive Entwicklungen: 49 Auen des Inventars sind in einem «guten Zustand».

In vielen geschützten Mooren stören weiterhin Entwässerungsgräben und Drainagen den Wasserhaushalt. Bereits in hydrologisch schwach veränderten Mooren finden deutliche Vegetationsverschiebungen statt. In den gestörten Lebensräumen breiten sich Pflanzenarten trockenerer Standorte aus und verändern die moortypische Vegetation. Übermäßige Stickstoffeinträge aus der Luft und aus seitlich angrenzenden Landwirtschaftsflächen beschleunigen den Veränderungsprozess.¹¹³ Im Rahmen der Erfolgskontrolle Moorschutz wurde festgestellt, dass zwischen den Kontrollperioden 1997/2001 und 2002/2006 über ein Viertel der Moore deutlich trocke-

Bevölkerung schätzt den Zustand der Biodiversität (zu) positiv ein

Der Begriff «Biodiversität» ist in der Schweizer Bevölkerung mehrheitlich bekannt. Dies zeigt eine Umfrage im Jahr 2013.¹¹⁴ Zwei Drittel der Befragten haben den Begriff Biodiversität schon einmal gehört oder gelesen. Die Notwendigkeit, die Biodiversität zu erhalten, ist unbestritten. Die Befragten begründen sie in erster Linie mit der «Pflicht gegenüber zukünftigen Generationen», mit der «Verbundenheit» mit der Natur, mit deren «Schönheit» und mit einer «moralischen Pflicht». Erstaunlicherweise stuften die Schweizerinnen und Schweizer den Zustand der einheimischen Biodiversität zu positiv ein. 74 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Zustand der Biodiversität «eher gut» (65 Prozent) oder sogar «sehr gut» (9 Prozent) ist. Diese Einschätzung weicht erheblich vom tatsächlichen Zustand der Biodiversität ab, wie er in umfassenden Studien¹¹⁵ und im vorliegenden Bericht zum Ausdruck kommt.

ner geworden sind, in einem Viertel der Moore hat die Nährstoffversorgung deutlich zugenommen, in fast einem Drittel der Moore wuchsen mehr Gehölzpflanzen, und in rund einem Fünftel der Moore hat der Humusgehalt des Bodens abgenommen. Die Fläche der Hochmoore an der gesamten Moorfläche hat durch diese Qualitätseinbussen im gleichen Zeitraum um 10 Prozent abgenommen. Erste Resultate der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz deuten darauf hin, dass sich dieser negative Trend fortsetzt: Die Moore werden

Abkommen zum Schutz der Biodiversität

Um die weltweite Artenvielfalt und die Ökosysteme zu erhalten und nachhaltig zu nutzen, wurden zahlreiche globale und regionale Abkommen geschaffen wie etwa das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD), das Cartagena-Protokoll über die biologische Sicherheit oder das Nagoya-Protokoll über den Zugang zu genetischen Ressourcen und die gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile. In diesem Jahrzehnt richten sich die Anstrengungen all dieser – von der Schweiz mitunterzeichneten – Abkommen auf die Umsetzung des globalen Strategischen Plans für die Biodiversität 2011–2020 und das Erreichen der Biodiversitätsziele 2020. Die Schweiz will ihr Engagement im Biodiversitätsbereich weiter vorantreiben, damit der globale Strategische Plan von allen relevanten Akteuren umgesetzt wird. So unterstützt sie beispielsweise den Aufbau der Plattform IPBES, welche die Öffentlichkeit und die politischen Entscheidungsträger über den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität sowie die erforderlichen Massnahmen zum Erreichen der Biodiversitätsziele 2020 informiert. Zudem setzt sie sich für eine bessere finanzielle Ausstattung des Global Environment Facility-Fonds (GEF) im Bereich Biodiversität ein, damit eine angemessene finanzielle Unterstützung gesichert werden kann.

nährstoffreicher, trockener und dichter. In rund zwei Dritteln der Flachmoore nimmt die Verbuschung zu, besonders ausgeprägt ist dieser Prozess in den höher gelegenen Gebieten (über 1000 m. ü. M): Die dortigen Objekte verbuschen im Mittel fünfmal so schnell wie die tiefer gelegenen. Die Verbuschung weist auf eine fehlende oder nicht angepasste Nutzung hin.

Auch viele Trockenwiesen und -weiden (TWW) von nationaler Bedeutung werden noch nicht gesetzeskonform genutzt. Bei über 600 der untersuchten TWW-Objekte (1358) hat die Verbuschung seit der Inventarisierung (1994–2004) zugenommen, teilweise sogar recht stark. Es gibt aber auch viele Fälle (ca. 350 Objekte), wo die Verbuschung abgenommen hat. Tendenziell sind die Biotope von nationaler Bedeutung eher klein (Abb. 69); die Nutzungen bzw. Nutzungsaufgaben in der direkten Umgebung beeinflussen sie deshalb umso stärker – es fehlt eine ausreichend grosse Pufferzone.

Defizite bei Schutz und Pflege

Damit die Schutzgebiete ihre Funktion erfüllen können, sind oft Regenerationen und Aufwertungen erforderlich.¹¹⁶ Experten schätzen, dass 79 Prozent der Hochmoore, 30 Prozent der Flachmoore, 30 Prozent der Auen, 25 Prozent der Amphibienlaichgebiete und 20 Prozent der TWW von nationaler Bedeutung saniert werden müssen. Wichtig ist zudem, dass die Biotope adäquat gepflegt werden. Gemäss Bundesgesetz müssen die Kantone dafür sorgen, dass der Grundeigentümerverbind-

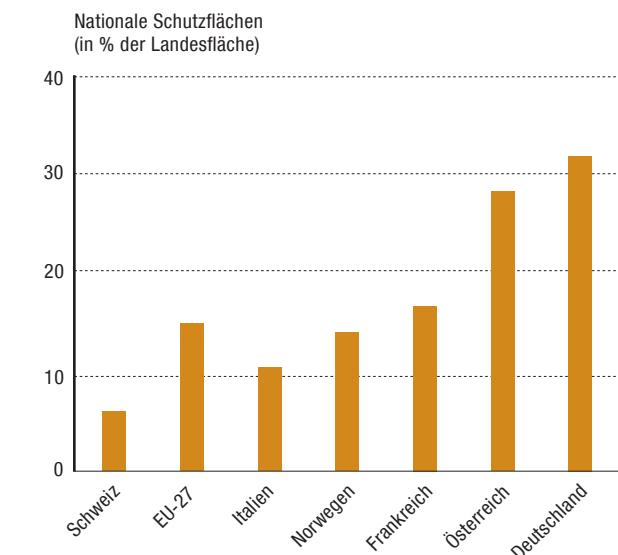


Abb. 66 Prozentualer Anteil der nationalen Schutzflächen an der Gesamtfläche des Landes. Quelle: CDDA 2013, Eurostat

(Fortsetzung auf Seite 52)

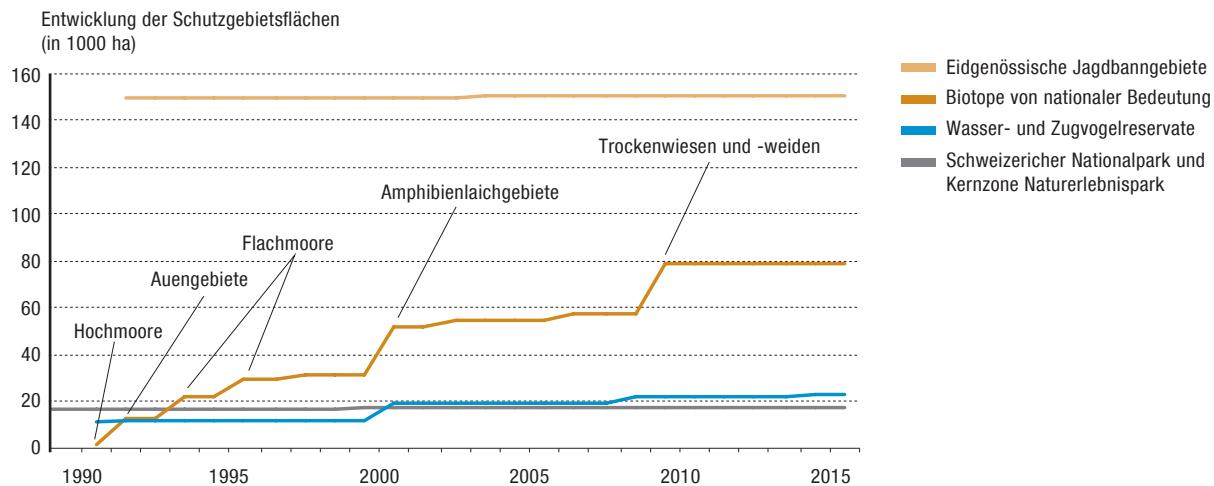


Abb. 67 Die Fläche der nationalen Schutzgebiete für Biodiversität im zeitlichen Verlauf: Das Inkrafttreten der fünf nationalen Biotopinventare ist in der Grafik markiert. Quelle: BAFU

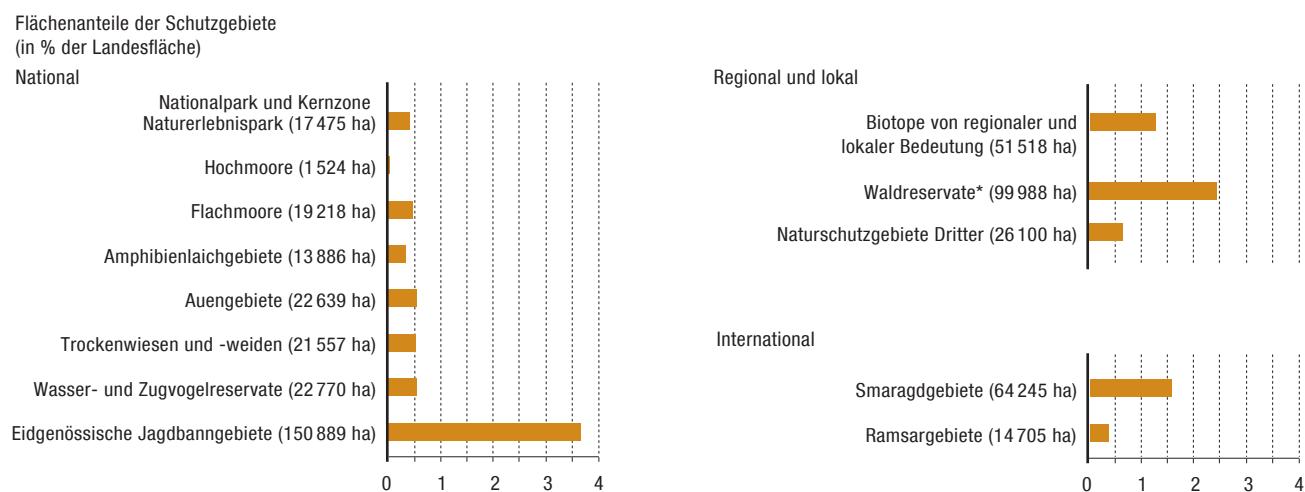


Abb. 68 Prozentualer Anteil der Schutzgebiete (nationale, regionale, lokale und aus internationalen Übereinkommen hervorgegangene Schutzgebiete) an der Gesamtfläche der Schweiz. Quelle: BAFU

* Waldreservatperimeter 99 988 ha, inklusive bewaldeter Fläche 67 854 ha

liche Schutz und die langfristige Pflege der nationalen Biotope gesichert sind. Die Umsetzungsfristen sind inzwischen – mit Ausnahme des TWW-Inventars, das bis 2020 umgesetzt werden soll – abgelaufen. Eine Umfrage des BAFU bei den Kantonen im Jahr 2014¹¹⁷ zeigt, dass erst bei 58 Prozent der inventarisierten Objekte der Rechtsschutz und der Unterhalt gewährleistet sind. Am weitesten fortgeschritten ist die Umsetzung bei den Mooren: 91 Prozent der Hochmoore und 79 Prozent der Flachmoore verfügen inzwischen über einen Schutzstatus und Unterhaltsplan (Abb. 9). Allerdings sind die gesetzlich vorgeschriebenen Pufferzonen vielerorts nicht ausreichend. 11 Prozent der Flachmoore und 7 Prozent der Hochmoore verfügen gemäss der Kantonsumfrage noch nicht über ausreichende Nährstoff-Pufferzonen. 16 Prozent der Auen, 5 Prozent der Amphibienlaichgebiete und 29 Prozent der TWW-Objekte verfügen weder über grundeigentümerverbindlichen Schutz noch über Unterhaltsverträge. Insbesondere im Sömmerrungsgebiet mangelt es an Bewirtschaftungsverträgen für die Trockenwiesen und -weiden.

Hauptgründe für die magere Bilanz im Biotopschutz sind die ungenügenden finanziellen und personellen Ressourcen beim Bund und bei den Kantonen. Biotopschutz ist aufwendig. Einem Pflegevertrag gehen oft lange und komplizierte Verhandlungen voraus. Eine weitere Hürde sind die hohen Kosten des Unterhalts, da die Objekte oft in schwierigem Gelände oder an steilen Hängen liegen. Diese Aufgaben können nur erfüllt werden, wenn die zur Verfügung stehenden

Ressourcen der Grösse und Vielfalt der natürlichen Lebensräume entsprechen. Dazu sind deutlich mehr finanzielle Mittel als bisher erforderlich.¹¹⁸ Für die nötigen Unterhaltsmassnahmen braucht es nach Schätzung des BAFU das Doppelte der heute eingesetzten Mittel. Hinzu kommen einmalige Investitionen für Aufwertungen und Revitalisierungen.

Massnahmen zur Förderung der Biodiversität in der Landwirtschaft

Die Agrarpolitik hat verschiedene Instrumente zur Förderung der Biodiversität im Grün- und Ackerland entwickelt. So verlangt der Bund für den Bezug von Direktzahlungen im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises, dass 7 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche (3,5 Prozent bei Spezialkulturen) als Biodiversitätsförderflächen (BFF) ausgeschieden sind. Ende 2015 umfassten die BFF in der Schweiz ca. 15 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz (entspricht 3,9 Prozent der Landesfläche). Allerdings sind die regionalen Unterschiede gross. In den Bergzonen III und IV sowie im Sömmerrungsgebiet ist der Anteil an BFF deutlich höher als in der Talzone. Erfreulich ist, dass der Anteil an Förderflächen mit Qualitätsstufe II deutlich zugenommen hat: Rund ein Drittel der Biodiversitätsförderflächen weisen mittlerweile biologische Qualität auf. Diesen Anteil will der Bund erhöhen. Mit der Agrarpolitik 2014–2017 wurden die Anreize für BFF mit Qualität im Berggebiet auf das Niveau im Talgebiet angehoben. Und man hat die Liste der beitrags-

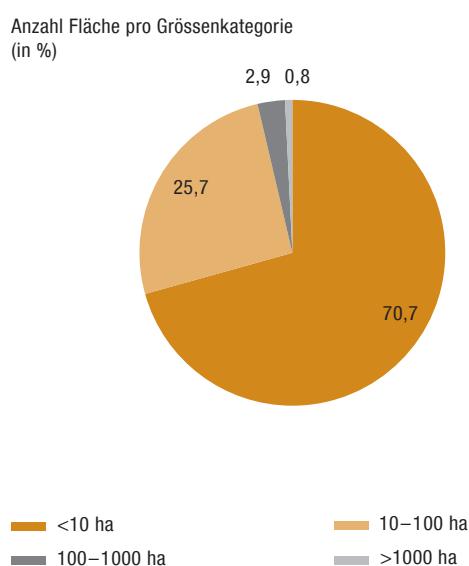


Abb. 69 Knapp drei Viertel der nationalen Schutzgebiete sind kleiner als 10 Hektaren. Quelle: BAFU

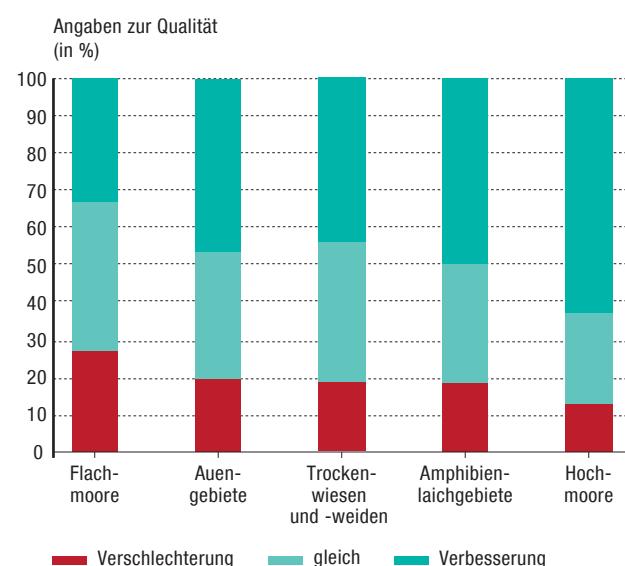


Abb. 70 Angaben der Kantone zur Qualität der einzelnen Inventare (Umfrage BAFU). Quelle: BAFU

berechtigten Elemente zur Förderung der Biodiversität auf das Sömmerrungsgebiet erweitert.

Zudem fördert der Bund die biologische Landwirtschaft als besonders naturnahe und umweltfreundliche Produktionsform. Um Beiträge zu erhalten, müssen die Anforderungen an die biologische Produktion der Bio-Verordnung erfüllt sein. Der biologische Landbau produziert so weit als möglich in geschlossenen Kreisläufen mit umweltverträglichen Methoden. Chemisch-synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel sind verboten. Eine Zunahme des Biolandbaus ist deshalb für die Biodiversität vorteilhaft. Der Anteil der biologisch bewirtschafteten Flächen hat sich seit 2005 leicht erhöht und betrug 2015 rund 13 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz.¹¹⁹

Reservate im Wald sind deutlich gestiegen

Eines der Hauptziele der Waldpolitik 2020 des Bundes ist die Sicherstellung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Dazu gehört die Förderung der Biodiversität. Die Waldpolitik 2020 gibt unter anderem das Ziel vor, den Anteil der Waldreservate an der Schweizer Waldfläche auf 8 Prozent (bis 2030 auf 10 Prozent) zu erhöhen (entspricht 2,4 Prozent bzw. 3 Prozent der Landesfläche).¹²⁰ Seit 2001 ist der Anteil der Naturwaldreservate deutlich gestiegen.¹²¹ Zusammen mit den Sonderwaldreservaten¹²² konnten die Kantone bis 2015 bereits 5,6 Prozent der Schweizer Waldfläche als Waldreservate mit einer Fläche von 67 854 Hektaren einrichten. Die Reservate

Erfolgreiche Fördermassnahmen

Viele Beispiele zeigen, dass ein konsequenter Biotopschutz und gezielte Fördermassnahmen zu wachsenden Populationen bedrohter Arten führen können. Im unteren Aaretal (AG) beispielsweise ist es dank verschiedener Fördermassnahmen und eines engen Zusammenspiels von Kanton, Gemeinden, Naturschutzorganisationen, Kiesgrubenbesitzern und Landwirten gelungen, die Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) wieder «zurückzuholen». Vier Erhebungen zwischen 1999 und 2008 belegen einen stetigen Anstieg von ehemals 5 auf 15 Vorkommen.¹²³ Damit wurde wieder das Niveau von 1992 erreicht. Erfreulich ist auch die Entwicklung der Laubfrösche (*Hyla arborea*) im Saanetal (Kantone Fribourg und Bern), wo zwei isolierte Populationen, die mehr als 10 Kilometer voneinander getrennt waren, dank des Baus von 14 neuen Fortpflanzungsgewässern an 7 Standorten miteinander verbunden und die Bestände deutlich vergrössert werden konnten.¹²⁴

weisen unterschiedliche Größen auf: 21 Reservate verfügen über eine Fläche von mehr als 500 Hektaren. Vor allem im Jura und im Mittelland überwiegen stark die kleinfächigen Reservate bis 20 Hektaren, die für einen langfristigen Prozessschutz zu klein sind. Die Einrichtung von Reservaten ist gemäss Waldgesetz Aufgabe der Kantone. Der Bund fördert die kantonalen Reservatsprogramme mit Finanzhilfen und stellt strategische und fachliche Grundlagen bereit.

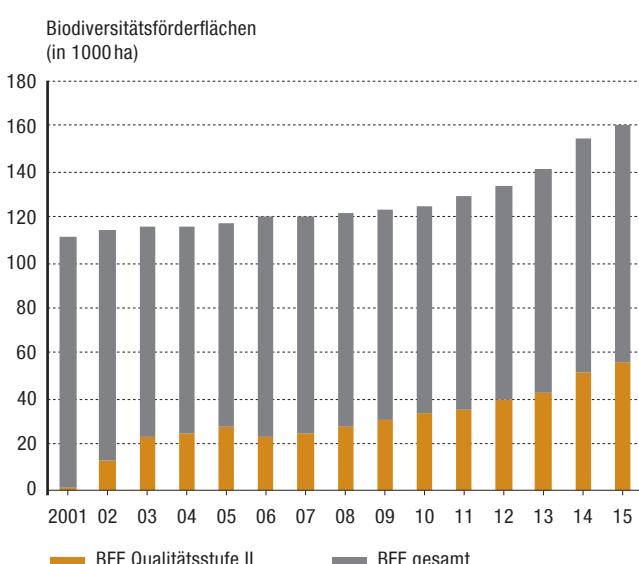


Abb. 71 Biodiversitätsförderflächen (bis 2012: ökologische Ausgleichsflächen). Quelle: BLW



Abb. 72 Gelbbauchunke (*Bombina variegata*).

Die naturnahe Waldbewirtschaftung wird in der Schweiz durch die beiden Labels FSC (Forest Stewardship Council) und PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) gefördert. Die Kriterien der beiden Zertifikate wurden 2009 mit den Vorstellungen des BAFU zu Grundanforderungen an den naturnahen Waldbau abgestimmt. Zu den Vorgaben des FSC-Zertifikats zählen unter anderem die Ausscheidung von 10 Prozent der Waldfläche als Waldschutzgebiete, das Stehenlassen von Biotopbäumen, in der Regel Naturverjüngung, Pflanzungen nur in Ausnahmefällen, ein grösserer Anteil an Totholz und der Verzicht auf umweltgefährdende Stoffe (z. B. synthetische Motorenöle). Bereits sind in der Schweiz über 600 000 Hektaren Wald nach den Vorgaben des FSC zertifiziert.¹²⁵ Das entspricht über 50 Prozent der gesamten Waldfläche.

Grossflächige Revitalisierungen von Gewässern

Das 2011 revidierte Gewässerschutzgesetz sieht vor, die natürlichen Funktionen der Bäche, Flüsse und Seen wiederherzustellen. In den kommenden 80 Jahren müssen Fluss- und Bachläufe auf einer Länge von rund 4000 Kilometern revitalisiert werden. Die teilweise bereits umgesetzten Massnahmen kommen in vielen Fällen auch dem Hochwasserschutz zugute, und es entstehen attraktive Erholungsräume. In der Schweiz gibt es rund 1500 Entnahmestellen für die Wasserkraftnutzung. Von diesen muss rund die Hälfte wegen ungünstiger Restwassermengen saniert werden.

Weitere Anstrengungen sind dringend notwendig

Mit der Verabschiedung der Strategie Biodiversität Schweiz wurde der Handlungs- und Finanzierungsbedarf anerkannt. Der Aufbau einer ökologischen Infrastruktur, die sich aus allen Schutzgebieten sowie aus Vernetzungsgebieten zusammensetzt, ist als nationale Priorität des Bundesrates in der Strategie Biodiversität Schweiz festgehalten. Dabei sollen die Schutzgebiete aufgewertet und saniert, der Flächenverlust und die Fragmentierung gebremst sowie die Funktionalität der Lebensräume erhöht werden. Die heute bestehenden Instrumente sollen ergänzt werden, damit die Artenförderung in der Schweiz gezielt unterstützt werden kann.

Wichtig ist auch, dass die Wahrnehmung geschärft wird. Der Zustand der Biodiversität wird in der Bevölkerung deutlich zu positiv bewertet, wie eine nationale Umfrage zeigt (siehe Box). Das Ziel, die Biodiversität langfristig zu erhalten, kann nur in Partnerschaft zwischen allen beteiligten Akteuren erreicht werden – vom Landeigentümer bis zur Konsumentin. Es ist eine gesamtgesellschaftliche und generationenübergreifende Aufgabe.

> Quellen

- 1 Butchart S.H.M. et al., 2010: Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328: 1164–68.
- 2 Maier D.S., 2012: What's so good about biodiversity? Springer, Netherlands. 568 p.
- 3 vgl. auch Staub C., Ott W. et al., 2011: Indikatoren für Ökosystemleistungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. 106 S.
- 4 <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/ressourcen/umweltindikatorensystem/nutzung-natuerliche-ressourcen/bestaeubung.html>, Zugriff 29.07.2016
- 5 Science for Environment Policy, In-depth-Report "Ecosystem Services and Biodiversity", 2015.
- 6 Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Art. 78.
- 7 Nationale Bodenbeobachtung (NABO), Nationale Daueruntersuchung der Fließgewässer (NADUF), Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA), Programm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL), Schweizerisches Landesforstinventar (LFI).
- 8 Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S., Vust M., 2015 : Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny. 435 p.
- 9 Delarze R., Bergamini A., Eggenberg S., von Guntern J., Hofer G., Sager L., Steiger P., Stucki P., Im Druck. Liste Rouge des habitats de Suisse et liste des habitats prioritaires de Suisse. BAFU, 340 S.
- 10 Die Bodennutzung in der Schweiz, Resultate der Arealstatistik Schweiz, Bundesamt für Statistik, Neuenburg 2013.
- 11 Bundesamt für Statistik, Neuenburg, 2016.
- 12 LABES, Stand 2009.
- 13 LABES, Stand 2014.
- 14 Lachat T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 15 Restwassersanierung nach Artikel 80ff GschG: Stand Ende 2014 und Entwicklung seit Ende 2012: 2015. BAFU.
- 16 Switzerland's Informative Inventory Report 2016, Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
- 17 BAFU, Schriftenreihe Umwelt 2/2014. «Stickstoff – Segen und Problem».
- 18 Grundlagenpapier zur Stickstoffproblematik Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima, 2014, BAFU.
- 19 EKL. 2014: Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge. Abklärungen der EKL zur Beurteilung der Übermässigkeit. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Bern.
- 20 Roth T., L. Kohli, B. Rihm, and B. Achermann. 2013. Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178: 121–126.
- 21 Dao et. al., 2015: Environmental Limits and Swiss Footprints Based on Planetary Boundaries.
- 22 Frischknecht R. et al., (2014): Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Umwelt-Wissen Nr. 1413. BAFU.
- 23 Klimawandel Schweiz 1963–2013; Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz.
- 24 Roth, T., Plattner, M., Amrhein, V., 2014: Plants, birds and butterflies: short-term responses of species communities to climate warming vary by taxon and with altitude. *PLoS ONE* 9: e82490.
- 25 Gebietsfremde Arten in der Schweiz – Eine Übersicht über gebietsfremde Arten und ihre Bedrohung für die biologische Vielfalt und die Wirtschaft in der Schweiz. 2006. Umwelt Wissen, BAFU.
- 26 Monello, R.J., Wright, R.G., 2001: Predation by goldfish (*Carassius auratus*) on eggs and larvae of the eastern long-toed salamander (*Ambystoma macroleactylum columbianum*). *J. Herpetol.* 35: 350–353.
- 27 Lachat, T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 28 www.bafu.admin.ch > Invasive gebietsfremde Arten
- 29 Delarze R., Eggenberg S., Steiger P., Bergamini A., Fivaz F., Gonseth Y., von Guntern J., Hofer G., Sager L., Stucki P. 2016: Rote Liste der Lebensräume der Schweiz. Aktualisierte Kurzfassung zum technischen Bericht 2013 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern: 33 S.
- 30 Bosshard, A., 2015: Rückgang der Fromentalwiesen und die Auswirkungen auf die Biodiversität. *Agrarforschung Schweiz* 6: 20–27.
- 31 Lachat, T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 32 Urech, M., Eggenberger, S., pro seco 2007: Inventarvergleiche. Interne Bericht, Bern. Im Auftrag des BAFU.

- 33 Graf, R., Müller, M., Körner, P., Jenny, M., Jenni, L., 2014: 20 % loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- 34 Stickstoffbilanz der Landwirtschaft, Bundesamt für Statistik.
- 35 BAFU und BLW 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergestellt aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern: 221 S.
- 36 Walter, T., et al., 2013: Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft: Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL), Agroscope.
- 37 Geiger, F., et al., 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland, *Basic and Applied Ecology*, 11: 2, 97–105.
- 38 Bornand C. et al.: Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.
- 39 Christoph Moschet et al (Eawag), Insektizide und Fungizide in Fließgewässern, *Aqua & Gas* Nr. 4, 2015.
- 40 Rigling, A. Schaffer, H.P. (Hrsg.) 2015 : Waldbericht 2015. Bundesamt für Umwelt BAFU, WSL 144 S.
- 41 Duc, P., Herold Bonardi, A., Thürig, E., 2010: Intensivere Holznutzung – auch in Zukunft? Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI3. *Wald Holz*, 3: 25–27.
- 42 Rigling, A. Schaffer, H.P. (Hrsg.) 2015: Waldbericht 2015. Bundesamt für Umwelt BAFU, WSL 144 S.
- 43 LFI (Schweizerisches Landesforstinventar). Ergebnisse pro Inventar. WSL, Birmensdorf. Online verfügbar unter: www.lfi.ch/resultate/
- 44 LFI (Schweizerisches Landesforstinventar). Ergebnisse pro Inventar. WSL, Birmensdorf. Online verfügbar unter: www.lfi.ch/resultate/
- 45 Bürgi, M., 1999: A case study of forest change in the Swiss lowlands. *Landsc. Ecol.* 14: 567–575.
- 46 Imesch N., Stadler B., Bolliger M., Schneider O. 2015: Biodiversität im Wald: Ziele und Massnahmen. Vollzugshilfe zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im Schweizer Wald. BAFU, Bern. 186 S.
- 47 Mollet P., Stadler B., Bollmann K. 2008: Aktionsplan Auerhuhn Schweiz. Artenförderung Vögel Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Vogelwarte, Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Bern, Sempach und Zürich. 104 S.
- 48 Pasinelli G., Weggeler M., Mulhauser B. 2008: Aktionsplan Mittelspecht Schweiz. Artenförderung Vögel Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Schweizerische Vogelwarte, Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz, Bern, Sempach & Zürich. 67 S.
- 49 Swiss Bird Index SBI®, 2016, Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- 50 Cordillot F., Klaus G. 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- 51 LFI (Schweizerisches Landesforstinventar). Ergebnisse pro Inventar. WSL, Birmensdorf. Online verfügbar unter: www.lfi.ch/resultate/
- 52 Waldpolitik 2020. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. , BAFU, 2013.
- 53 Lachat, T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 54 Zeh Weissmann, H., Könitzer C., Bertiller A., 2009: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. 100 S.
- 55 Teiber, P. 2003: Zustandsbeschreibung des Bodenseeufers. Regio Bodensee.
- 56 Kunz M., Schindler Wildhaber Y., Dietzel A. 2016: Zustand der Schweizer Fließgewässer. BAFU, Bern. 87 S.
- 57 Uhlmann V., Wehrli B., 2007: Die Sicherung angemessener Restwassermengen – wie wird das Gesetz vollzogen? *Wasser Energie Luft* 99: 307–310.
- 58 Uhlmann V., Wehrli B., 2011: Wasserkraftnutzung und Restwasser. Restwasserstrecken und Sanierungsbedarf. Bericht Eawag.
- 59 Zeh Weissmann, H., Könitzer C., Bertiller A., 2009: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. BAFU, Bern. 100 S.
- 60 Nationale Daueruntersuchung der Fließgewässer NADUF
- 61 Gesammelte Fachartikel und Studien zu Mikroverunreinigungen in Fließgewässern und deren ökotoxikologische Beurteilung, BAFU 2015.
- 62 Moschet, C., et al., 2015: Insektizide und Fungizide in Fließgewässern, Eawag. *Aqua & Gas* Nr. 4.
- 63 Liess, M., von der Ohe, P.C., 2005: Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24: 954–965.
- 64 Jakob, A., Temperaturen in Schweizer Fließgewässern, gwa 3/2010

- 65 Küttel, S., Peter, A., Wüest, A., 2002: Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten schweizerischer Fließgewässer. *Rhône Revitalisierung* Publikation Nummer 1.
- 66 Wahli, T., et al., 2002: Proliferative kidney disease in Switzerland: current state of knowledge. *Journal of Fish Disease*, 25: 491–500.
- 67 Cordillot F., Klaus G. 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- 68 Bornand C. et al., 2016: Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.
- 69 Elias Landolt et al., 2010: Flora Indicativa. Haupt Verlag, Bern. 378 S.
- 70 Verband Seilbahnen Schweiz, Fakten und Zahlen zur Schweizer Seilbahnbranche, Ausgabe 2014.
- 71 Wipf, S. et al., Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* 42: 306–316.
- 72 Rixen C., Rolando A. (eds.), 2013: The impacts of skiing on mountain environments. Bentham e-book.
- 73 Rudmann-Maurer, K. et al., 2008: The role of landuse and natural determinants for grassland vegetation composition in the Swiss Alps. *Basic and Applied Ecology* 9: 494–503.
- 74 Graf, R. et al., 2014: 20 % loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 185: 48–58.
- 75 Roth, T., L. Kohli, B. Rihm, and B. Achermann. 2013. Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 178: 121–126.
- 76 Roth, T., M. Plattner, and V. Amrhein, 2014. Plants, birds and butterflies: short-term responses of species communities to climate warming vary by taxon and with altitude. *PLoS ONE* 9:e82490.
- 77 Projekt Gipfelflora, SLF, im Auftrag des BAFU
- 78 Lachat, T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 79 LKS: Bericht an den Bundesrat über den Stand der Realisierung und der Umsetzung der Massnahmen, 2012.
- 80 Bundesamt für Statistik, 2013: Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik.
- 81 Zeh Weissmann, H., Könitzer C., Bertiller A., 2009: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. 100 S.
- 82 Delarze R., Eggenberg S., Steiger P., Bergamini A., Fivaz F., Gonseth Y., Guntern J., Hofer G., Sager L., Stucki P. 2016: Rote Liste der Lebensräume der Schweiz. Aktualisierte Kurzfassung zum technischen Bericht 2013 im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern: 33 S.
- 83 Artenvielfalt im Aargau. Umwelt Aargau, Nr. 67, 2015.
- 84 Mombrial F. et al., 2013: Flore en Ville – Sites et espèces d'intérêt en Ville de Genève. Hors-Série No 15. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- 85 Obrits, M.K., et al., 2012: Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur, in: Merkblatt für die Praxis Nr. 44, WSL Birmensdorf.
- 86 Burgi D., Knechtenhofer L., Meier I., Giger W., 2007: Projekt Biomik – Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern. Teilprojekt 1: Priorisierung von bioziden Wirkstoffen. BAFU, Bern, 189 S.
- 87 Rieckermann, J., 2008: Biozide in Gewässern, Factsheet ETH-Bereich/Eawag.
- 88 Zustand der Landschaft in der Schweiz, 2010, BAFU.
- 89 Grün Stadt Zürich (Hrsg.) (2006): Das Grünbuch der Stadt Zürich. www.gruenstadt-schweiz.ch
- 90 Cordillot F., Klaus G. 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- 91 Liste der Nationalen Prioritären Arten und Lebensräume. Prioritäre Arten und Lebensräume für die Förderung in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern. In Vorbereitung. 89 S.
- 92 Bühler, C., Roth, T. 2011: Spread of common species results in local-scale floristic homogenization in grassland of Switzerland. *Diversity and Distributions*, 17: 1089–1098.
- 93 Lachat, T. et al., 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.
- 94 Cordillot F., Klaus G. 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- 95 Keller V., Gerber A., Schmid H., Volet B., Zbinden N., 2010: Rote Liste Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

-
- 96 Bornand C. et al., 2016: Rote Liste Gefäßpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1621: 178 S.
- 97 Schmidt B.R., Zumbach S. 2005: Rote Liste der gefährdeten Amphibien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern.
- 98 Monney J.-C., Meyer A. 2005: Rote Liste der gefährdeten Reptilien der Schweiz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz, Bern. BUWAL-Reihe: Vollzug Umwelt. 50 S.
- 99 Kirchhofer A., Breitenstein M., Zaugg B. 2007: Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734. 64 S.
- 100 BAFU 2011: Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1103: 132 S.
- 101 Konzept Artenförderung Schweiz, BAFU, 2012.
- 102 Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. BAFU, 2011.
- 103 Rolf Holderegger, Gernot Segelbacher (Hrsg.), Naturschutzgenetik, Ein Handbuch für die Praxis; Haupt, Bern 2016.
- 104 Aavik T. et al., 2014: Genetische Vielfalt in Wildpflanzen-Samenmischungen. Agrarforschung Schweiz 5(1), 20–27.
- 105 Pauls S.U., Nowak C., Bálint M., Pfenninger M., 2013: The impact of global climate change on genetic diversity within populations and species. *Molecular Ecology*, 22: 925–946.
- 106 Konzept Artenförderung Schweiz. BAFU, 2012.
- 107 Dubey, S., Leuenberger, J., Perrin, N., 2014. Multiple origins of invasive and ‘native’ water frogs in Switzerland. *Biological Journal of the Linnean Society* 112: 442–449.
- 108 Dufresnes C., Di Santo L., Leuenberger J., Schuerch J., Mazepa G., Grandjean N., Canestrelli D., Perrin N., Dubey S. 2017. Cryptic invasion of Italian pool frogs (*Pelophylax bergeri*) across Western Europe unraveled by multilocus phylogeography. *Biological Invasions*, 19 pp. 1407–1420.
- 109 Roth T., Bühler Ch. und Amrhein V.: Estimating effects of species interactions on populations of endangered species American Naturalist (2016)
- 110 Cordillot F., Klaus G. 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1120: 111 S.
- 111 Bergamini, A., Ginzler, C., Schmidt, B.R., Küchler, M., Holderegger, R., 2016. Die Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS) in der Routinephase. N+L Inside.
- 112 Bonnard, L., 2010: Synthesebericht zur Pilotphase der Erfolgskontrolle Auen von nationaler Bedeutung. BAFU, Bern.
- 113 Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, 2014: Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge. Bern. 62 S.
- 114 Studie Biodiversität 2013, gfs.bern.
- 115 Lachat T. et al: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.,
- 116 Konzept zur Aufwertung der Biotope von nationaler Bedeutung. Expertenbericht zu Handen von Bund und Kantonen. Im Auftrag des BAFU.
- 117 Kantonsumfrage Stand der Umsetzung Biotopinventare, BAFU, 2015.
- 118 Ismail S. et al., 2009: Kosten eines gesetzeskonformen Schutzes der Biotope von nationaler Bedeutung, Technischer Bericht. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Pro Natura, Forum Biodiversität.
- 119 Bundesamt für Landwirtschaft BLW. Stand: März 2014.
- 120 Waldpolitik 2020. BAFU, 2013.
- 121 Waldreservate in der Schweiz. Bericht über den Stand Ende 2012, BAFU.
- 122 Sonderwaldreservate sind Waldreservate, in denen gezielt eingegraben wird, um bedrohte Arten oder Waldlebensräume (z. B. lichte Wälder, Feuchtbiotope, Waldränder) zu fördern.
- 123 Flöss, I., 2009. Amphibienförderung im Aargau: Yes, we can!, Umwelt Aargau Nr. 44, Kanton Aargau.
- 124 Schmidt, B.R., 2015. Amphibien brauchen temporäre Gewässer, Zeitschrift für Feldherpetologie 22, 137–150.
- 125 FSC Schweiz, <https://ch.fsc.org/de-ch/fsc-schweiz>

> Weiterführende Informationen: www.bafu.admin.ch/biodiversitaet