

Biodiversität in der Schweiz

Zustand und Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Biodiversität in der Schweiz

Zustand und Entwicklung

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Autoren

Nicolas Gattlen, Gregor Klaus

Konzeption und Begleitung BAFU

Glenn Litsios, Jérôme Frei

Beitrag

BAFU

Claudio De Sassi, Hansueli Gujer, Lea Amacher, Gilles Rudaz, Gabriella Silvestri, Gian-Reto Walther, Stephan Lussi, Bruno Stadler, Peter Staubli Beck, Béatrice Werffeli, Claudia Moll, Séverine Evéquoz, Adrien Zeender, Sabine Herzog, Danielle Hofmann, Elena Havlicek, Yael Schindler Wildhaber, Christoph Dürr, Salome Sidler, Markus Thommen, Frank Hayer, Bettina Hitzfeld, Michael Schärer, Gudrun Schwilch, Richard Ballaman, Jennifer Vonlanthen, Lucie Lundsgaard-Hansen, Saskia Bourgeois Stöckli, Mirjam Macchi Howell, Jérémie Millot, Norbert Bärlocher, Olivier Schneider, Reto Meier, Laura Walther, Andreas Hauser, Gian Reto Bezzola, Stéphane Losey, Christoph Moor, Alexandre Gurba, Gregor Thomas, Laurence von Fellenberg, Niklaus Wagner, Basil Oberholzer, Franziska Humair, Lara Volery

Extern

Nolwenn Bühler (UniNe), Peter Knaus (Vogelwarte), Heike Hofmann (SwissBryophytes), Silvia Zumbach, Benedikt Schmidt, Andreas Meyer (info fauna), Silvia Stofer (SwissLichen), Andrin Gross (SwissFungi), Gaby Volkart, Martin Urech, Petra Ramseier

Korrektorat

Fredy Joss, Beatenberg

Grafiken

Atelier Scheidegger, Bern

Layout

Funke Lettershop AG

Titelbild

Waldboden mit Moos, Flechten und Blättern in der Siedlung Gletsch in Obergoms

© Susanne Venditti / BAFU

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

www.bundespublikationen.admin.ch

Art.-Nr.: 810.400.148D

www.bafu.admin.ch/uz-2306-d

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.

Die Originalsprache ist Deutsch.

© BAFU 2023

Inhaltsverzeichnis

| | |
|-----------|---|
| Abstracts | 6 |
|-----------|---|

| | |
|---------|---|
| Vorwort | 7 |
|---------|---|

| | |
|-------------|---|
| Kurzfassung | 9 |
|-------------|---|

| | | |
|---|------------|----|
| 1 | Einführung | 14 |
|---|------------|----|

| | | |
|---|----------------------------|----|
| 2 | Lebensräume im Hochgebirge | 22 |
|---|----------------------------|----|

| | | |
|---|-------|----|
| 3 | Moore | 30 |
|---|-------|----|

| | | |
|---|----------|----|
| 4 | Gewässer | 38 |
|---|----------|----|

| | | |
|---|------|----|
| 5 | Wald | 48 |
|---|------|----|

| | | |
|---|-----------|----|
| 6 | Agrarland | 56 |
|---|-----------|----|

| | | |
|---|---------------|----|
| 7 | Siedlungsraum | 70 |
|---|---------------|----|

| | | |
|---|------------------------------|----|
| 8 | Internationales und Ausblick | 78 |
|---|------------------------------|----|

| | |
|-----------|----|
| Literatur | 85 |
|-----------|----|

| | |
|--------------|----|
| Bildnachweis | 95 |
|--------------|----|

Abstracts

Biodiversity refers to the diversity of habitats, species and genes and the interactions between them. Biodiversity is not only our natural heritage, but also our life support system and the basis of our well-being. This report analyses the state of biodiversity in Switzerland. It is based on scientific studies and selected core variables (indicators) resulting from surveys of various federal biodiversity monitoring programmes. The data, which is collected regularly over long periods of time, makes it possible not only to record the state of biodiversity, but also to identify trends.

Biodiversität bezeichnet die Vielfalt der Lebensräume, der Arten und der Gene sowie die Wechselwirkungen zwischen diesen drei Ebenen. Sie ist nicht nur unser natürliches Erbe, sondern auch unser Sicherheitsnetz und die Basis unserer Wohlfahrt. Der vorliegende Bericht analysiert den Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Er basiert auf ausgewählten Kerngrößen (Indikatoren), die aus Erhebungen der verschiedenen Biodiversitätsmonitoring-Programme des Bundes resultieren, sowie auf wissenschaftlichen Studien. Die regelmässig und über längere Zeiträume erhobenen Daten ermöglichen es, nicht nur den Zustand zu erfassen, sondern auch Trends zu erkennen.

La biodiversité désigne la diversité des milieux naturels, la diversité des espèces, la diversité génétique, ainsi que les interactions entre ces trois niveaux. Elle n'est pas seulement notre patrimoine naturel : elle est aussi notre filet de sécurité et la base de notre prospérité. Le présent rapport analyse l'état de la biodiversité en Suisse. Il se base sur une sélection d'indicateurs alimentés par les différents programmes de monitoring de la biodiversité de la Confédération et sur des études scientifiques. Ces données collectées à intervalle régulier et sur de longues périodes permettent non seulement de décrire l'état actuel de la biodiversité, mais également de dégager des tendances.

Con «biodiversità» si fa riferimento alla varietà di habitat, specie e patrimonio genetico nonché alle interazioni tra questi tre elementi. Non è solo il nostro patrimonio naturale, ma anche la nostra rete di sicurezza e la base del nostro benessere. Il presente rapporto analizza lo stato della biodiversità in Svizzera. Si basa su parametri selezionati (indicatori) risultanti dai rilevamenti condotti nell'ambito dei diversi programmi di monitoraggio della biodiversità della Confederazione nonché su studi scientifici. I dati, raccolti con sistematicità e su un lungo arco di tempo, permettono non solo di rilevare lo stato attuale, ma anche di identificare alcune tendenze.

Keywords:

biodiversity, habitats, species, genes, monitoring, indicators

Stichwörter:

Biodiversität, Lebensräume, Arten, Gene, Monitoring, Indikatoren

Mots-clés :

biodiversité, milieux naturels, espèces, gènes, monitoring, indicateurs

Parole chiave:

biodiversità, habitat, specie, patrimonio genetico, monitoraggio, indicatori

Vorwort

Eine reichhaltige biologische Vielfalt ist kein Luxus, den man sich leisten mag oder nicht; sie ist die Grundlage unserer Ernährung, hilft, das Klima zu regulieren, reinigt Luft und Wasser, dient unserer Gesundheit und ermöglicht eine prosperierende Wirtschaft, kurz: Sie bildet eine wichtige Grundlage unserer Wohlfahrt. Und diese Basis ist am Bröckeln. Denn die Qualität, Quantität und Vernetzung vieler Lebensräume reichen nicht mehr aus, um die Biodiversität unseres Landes langfristig zu erhalten. Dies zeigt sich besonders deutlich in den Roten Listen der gefährdeten Lebensräume: Fast die Hälfte der 167 bewerteten Lebensraumtypen sind bedroht.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche Massnahmen ergriffen, um die Biodiversität zu fördern, nicht nur in den Schutzgebieten, sondern auch ausserhalb davon. Ohne diese Anstrengungen wäre der Zustand der Biodiversität in der Schweiz deutlich schlechter. Wissenschaftliche Analysen zeigen, dass die Pflege der Schutzgebiete, die Vernetzung von Lebensräumen und artspezifische Fördermassnahmen wirksam sind: Die Biodiversitätsverluste konnten dadurch abgebremsst werden. Solche Massnahmen reichen aber nicht aus, um den Trend umzukehren. Dazu braucht es einen umfassenden Ansatz, der alle Bereiche der Gesellschaft einbezieht – beispielsweise die nachhaltige Produktion von Gütern und Dienstleistungen, insbesondere von Nahrungsmitteln. Erfreulich ist, dass die Förderung der Biodiversität einen Mehrfachnutzen hat: Sie trägt massgeblich zum Klimaschutz bei, stärkt die Gesundheit und bildet die Grundlage für wirtschaftliche Aktivitäten.

Dieser Bericht zeigt den Zustand der Biodiversität in der Schweiz und die wichtigsten Trends auf. Auch stellt er erfolgreiche Beispiele und politische Massnahmen vor, die dem Abwärtstrend entgegenwirken. Für unseren zukünftigen Wohlstand ist es entscheidend, dass wir diesen Abwärtstrend brechen.

Katrin Schneeberger, Direktorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)



Kurzfassung

Der Mensch ist vollständig abhängig von den Ressourcen und Leistungen, die die Biosphäre bereithält. Dabei gilt: Je höher die für einen Standort typische Biodiversität ist, desto höher sind die Qualität und Stabilität der Ökosystemleistungen. Biodiversität trägt somit wesentlich zum menschlichen Wohlbefinden bei; sie hat aber auch einen Wert jenseits aller menschlichen Bedürfnisse und Ansprüche.

Bund und Kantone haben in den letzten Jahren ihre Anstrengungen zur Erhaltung der Biodiversität in der Schweiz verstärkt. Die ergriffenen Massnahmen brachten lokale Erfolge, sie sind aber nicht ausreichend. Insgesamt ist die Biodiversität in der Schweiz in einem schlechten Zustand: Sie vermag die Bereitstellung der Ökosystemleistungen nicht mehr langfristig zu gewährleisten.

Die Fläche, Qualität und Vernetzung vieler ökologisch wertvoller Lebensräume haben seit 1900 stark abgenommen – Hauptursache dafür ist die nicht nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen. In vielen Fällen sind nur noch Restflächen übrig. Die kostbarsten Restgebiete stehen mittlerweile unter Schutz und tragen massgeblich zur Erhaltung der Biodiversität bei. Allerdings sind die geschützten Biotopvielfach isoliert. Die Biodiversität braucht ökologisch wertvolle Flächen und Lebensräume, die miteinander vernetzt sind. Nötig ist zudem eine schonende Nutzung der natürlichen Ressourcen auf der ganzen Landesfläche.

Zustand Lebensräume

Die **Alpen** bergen eine grosse Vielfalt an Lebensräumen und Arten; Alpweiden und Wildheuwiesen etwa zählen zu den artenreichsten Flächen der Schweiz. Allerdings gefährden sowohl die Nutzungsaufgabe als auch die Nutzungsintensivierung die Biodiversität. Auch der Klimawandel, touristische Aktivitäten und Infrastrukturen, der Ausbau der Wasserkraft und Nährstoffeinträge über die Luft beeinträchtigen alpine Lebensräume.

Die verbliebenen **Moore** sind ebenfalls Nährstoffeinträgen aus der Luft ausgesetzt und verlieren dadurch an

ökologischer Qualität. Vielerorts stören zudem ehemalige und noch intakte Entwässerungsanlagen den Wasserhaushalt. Eine positive Entwicklung ist in den Hochmooren des Mittellands festzustellen: Die Gehölzbedeckung nahm dort dank systematischen Entbuschungsaktionen und Wiedervernässungen ab.

Besonders stark beeinträchtigt sind die **Gewässerlebensräume**: Verbauungen, die intensive Wassernutzung, Drainagen und Stoffeinträge aus der Landwirtschaft sowie dem Siedlungsraum halten den Druck auf die Gewässer- und die Uferlebensräume hoch. In rund 30 % der Schweizer Fließgewässer muss aufgrund der niedrigen Artenvielfalt die Gewässerqualität als mangelhaft beurteilt werden; im Mittelland ist die Qualität gar in rund 40 % aller Fließgewässer mangelhaft. Demgegenüber weisen viele alpine Gewässer eine gute Qualität auf.

Der Schweizer **Wald** ist auf einem Grossteil der Fläche ein relativ naturnahes Ökosystem, doch mangelt es ihm stellenweise an tot- und altholzreichen Entwicklungsphasen sowie an lichten und feuchten Beständen. Erfreulich ist, dass die Länge der Waldränder mit ausreichendem Strauchgürtel in den letzten 20 Jahren zugenommen hat und dass das Totholz-Volumen im Schweizer Wald in den letzten 30 Jahren gestiegen ist. Totholz hat neben seiner grossen Bedeutung für die Biodiversität noch weitere Funktionen: Es verbessert die Nährstoffbilanz, die Wasserspeicherung und das Bodenklima und kommt damit auch dem Wald zugute.

In der **Agrarlandschaft** wirkt sich die derzeitige landwirtschaftliche Praxis mit ihren hohen Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträgen negativ auf die Artenvielfalt aus. Das Grünland wird immer monotoner, insbesondere im Mittelland. Die Anzahl der Biodiversitätsförderflächen (BFF) hat seit 2011 deutlich zugenommen: 2020 betrug ihr Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (ohne Sömmerungsgebiete) fast ein Fünftel; knapp die Hälfte davon weisen die Qualitätsstufe II auf, vier Fünftel sind in ein Vernetzungsprojekt integriert. BFF haben einen positiven Effekt auf die Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten des Agrarlands. Allerdings vermögen die bisher umgesetzten Fördermassnahmen die Biodiversitätsverluste

im Agrarland nicht zu kompensieren. Der Zustand der Biodiversität bleibt gerade im Talgebiet kritisch, vor allem im Ackerland.

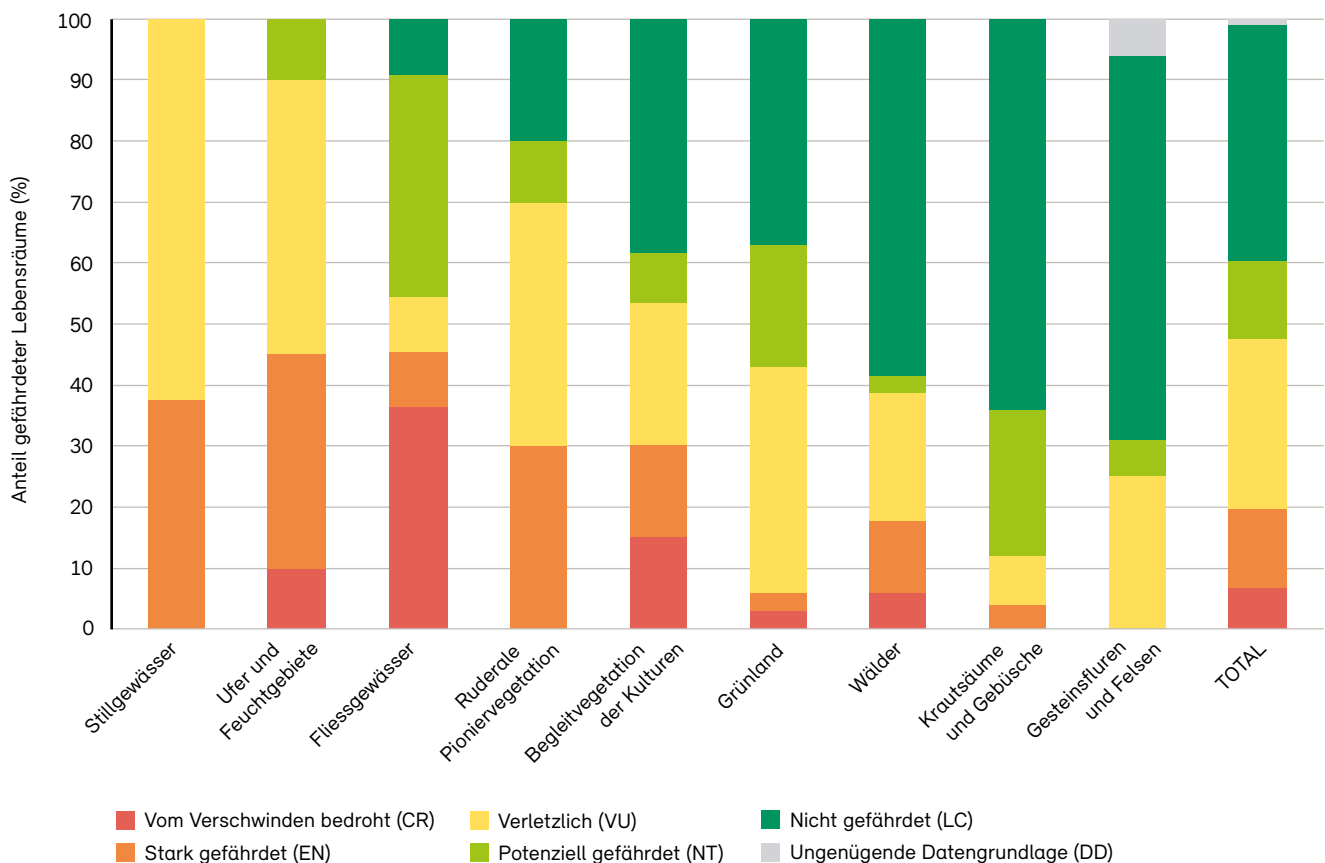
Im **Siedlungsraum** schränken Bodenversiegelung, Stoffeinträge, Lichtemissionen, Biozide und Pflanzenschutzmittel sowie eine intensive Pflege und monotone Gestaltung von Privatgärten und öffentlichen Freiräumen die Biodiversität ein. In den letzten 20 Jahren wurden mit Unterstützung der Behörden zahlreiche Grünareale in Schweizer Städten aufgewertet oder neu angelegt, gleichzeitig aber wurden viele Grünflächen versiegelt. Als Folge der dichteren Bebauung, aber auch des Trends zu vermeintlich pflegeleichten Plätzen nahm der Versiegelungsgrad im Siedlungsgebiet weiter zu.

Die Rote Liste der Lebensräume zeigt den Zustand von 167 der über 230 bekannten Lebensraumtypen der Schweiz: 48 % der bewerteten Lebensräume gelten als gefährdet (Abb. 1). Weitere 13 % sind potenziell gefährdet. Stillgewässer, Ufer und Feuchtgebiete sowie die Begleitvegetation der landwirtschaftlichen Kulturen weisen einen besonders hohen Anteil gefährdeter Lebensräume auf.

Die aktuelle Quantität, Qualität und Vernetzung vieler Lebensräume reichen nicht aus, um ihre Biodiversität und Ökosystemleistungen langfristig zu erhalten. Der tatsächliche Bedarf an ökologisch wertvollen Flächen ist deutlich höher als die verbliebenen Flächen (→ Guntern et al. 2013). Um überleben zu können, brauchen viele Arten grössere Lebensräume.

Abb. 1: Anteil der Rote-Liste-Kategorien über alle Lebensräume (Total) und für die einzelnen Lebensraumbereiche

Lebensräume, die in die Kategorien CR, EN und VU eingestuft wurden, gelten als gefährdet.



Quelle: Delarze et al. 2016

Zustand Arten

Die Flächen- und Qualitätsverluste bei den Lebensräumen spiegeln sich in den Roten Listen der gefährdeten Arten wider. Für diese Listen wurden bisher ein Fünftel (10 844) aller bekannten, in der Schweiz vorkommenden Arten (ca. 56 000) bewertet: 35 % dieser Arten sind als ausgestorben oder gefährdet eingestuft (Abb. 2) (→ BAFU 2023). 12 % der Arten gelten als potenziell gefährdet und bedürfen besonderer Aufmerksamkeit, da bei ihnen die Gefahr besteht, dass sie künftig in eine Gefährdungskategorie gelangen. In der Summe ergibt sich damit eine bedrohliche Situation für fast die Hälfte aller in der Schweiz bewerteten einheimischen Arten.

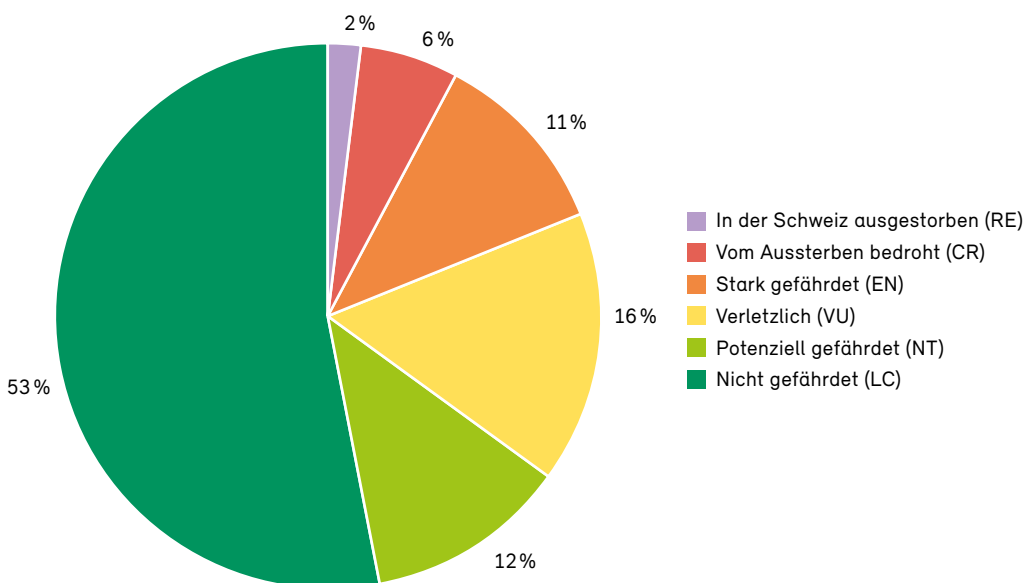
Bei manchen Organismengruppen (z. B. Vögel, Fische und Gefässpflanzen) hat sich die Gefährdungssituation in den letzten 10 bis 20 Jahren verschärft. Dass nur wenige Arten ausgestorben sind und die Situation nicht noch schlechter ist, ist den umgesetzten Massnahmen beim Lebensraumschutz, bei der Artenförderung und der nachhaltigen Landnutzung zu verdanken. So konnte beispielsweise mit gezielten Artenfördermassnahmen erreicht werden, dass sich die Bestände des Kiebitzes, der Flusseeschwalbe und des Steinkauzes in den letzten zehn Jahren erholten.

Leicht verbessert hat sich die Gefährdungssituation bei den Libellen und Amphibien. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch in diesen Artengruppen noch immer ein hoher Anteil an Arten Bestandsverluste erleidet.

Anders verläuft die Entwicklung der häufig vorkommenden Arten. Diese haben zumeist keine besonderen ökologischen Ansprüche und breiten sich immer weiter aus, oft auf Kosten der Lebensraumspezialisten. Zu beobachten ist dieser Trend etwa bei den Tagfaltern, Mollusken und Gefässpflanzen. Zugelegt haben auch die wärmeliebenden Arten. Sie profitieren vom Klimawandel, breiten sich im Mittelland aus und erschliessen sich auch höhere Lagen. So hat die Pflanzenvielfalt in den Alpen durch eine Aufwärtsbewegung von Arten zugenommen (→ Roth et al. 2014). Dies führt zu Veränderungen der lokalen Artengemeinschaften. Auch bei den Tagfaltern konnte eine Zunahme von wärmezeigenden Arten nachgewiesen werden, während die kältezeigenden Arten zurückgingen. Der Klimawandel begünstigt zudem die Ausbreitung von eingeführten Arten und führt dazu, dass sich immer mehr dieser Arten invasiv verhalten (→ Hutter & Bühler 2018).

Abb. 2: Anteil der Arten pro Rote-Liste-Kategorie in der Schweiz

Arten, die in die Kategorien CR, EN und VU eingestuft wurden, gelten als gefährdet.



Quelle: BAFU

Biodiversität erhalten und fördern

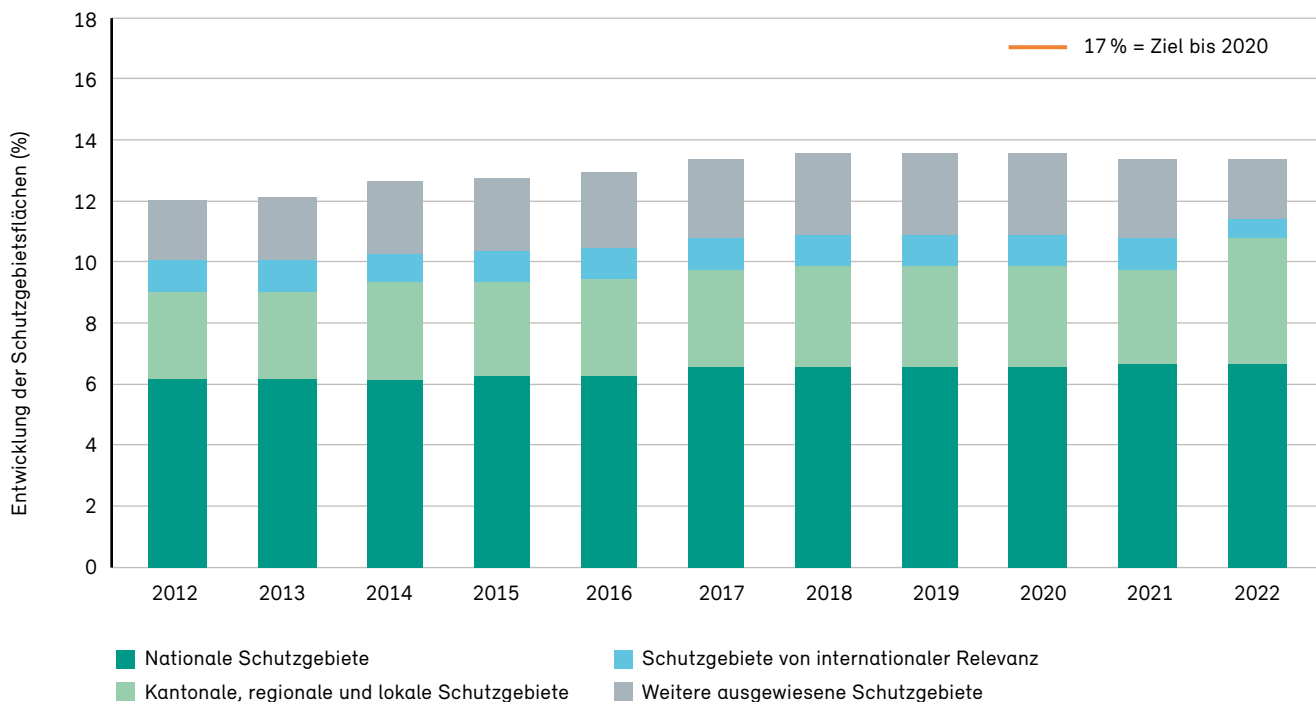
Die Schweiz hat verschiedene Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität ergriffen, wie die einzelnen Kapitel in diesem Bericht zeigen. Um die Lebensräume gefährdeter Tiere und Pflanzen wirksamer schützen zu können, wurde beispielsweise 1987 die gesetzliche Grundlage für die nationalen Biotopinventare geschaffen (Art. 18a des Natur- und Heimatschutzgesetzes, NHG). Für fünf Lebensräume sind Inventare in Kraft: Hoch- und Übergangsmoore, Flachmoore, Auengebiete, Amphibienlaichgebiete sowie Trockenwiesen und -weiden. In den letzten 20 Jahren wurde die Fläche der Schutzgebiete von nationaler Bedeutung kontinuierlich erweitert (Abb. 3). Das 2011 revidierte Gewässerschutzgesetz sieht zudem vor, die natürlichen Funktionen der Bäche und Flüsse wiederherzustellen. Zwischen 2011 und 2019 wurden

über 156 Kilometer Fließgewässer revitalisiert (→ BAFU 2021). Ohne diese und weitere Anstrengungen wäre der Zustand der Biodiversität in der Schweiz deutlich schlechter.

Derzeit bedecken die Schutzgebiete von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung 10,7 % der Landesfläche. Weitere 2,7 % der Landesfläche sind in anderer Form für die Biodiversität besonders wertvoll (z. B. Biodiversitätsförderflächen der Qualitätsstufe II). Gesamthaft sind damit 13,4 % der Landesfläche der Schweiz als Gebiete für die Erhaltung der Biodiversität ausgewiesen (Abb. 3). Damit verbleibt eine Lücke zum Ziel, bis 2020 17 % der Landesfläche zugunsten der Biodiversität zu sichern, welches im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) vereinbart wurde und welches auch der Strategie Biodiversität Schweiz (SBS) zugrunde liegt.

Abb. 3: Entwicklung der Schutzgebietsflächen

Die Gesamtfläche ist in den letzten Jahren gestiegen, das Ziel des Übereinkommens über die biologische Vielfalt, 17 % der Landesfläche bis 2020 unter Schutz zu stellen, konnte aber nicht erreicht werden.



Quelle: BAFU

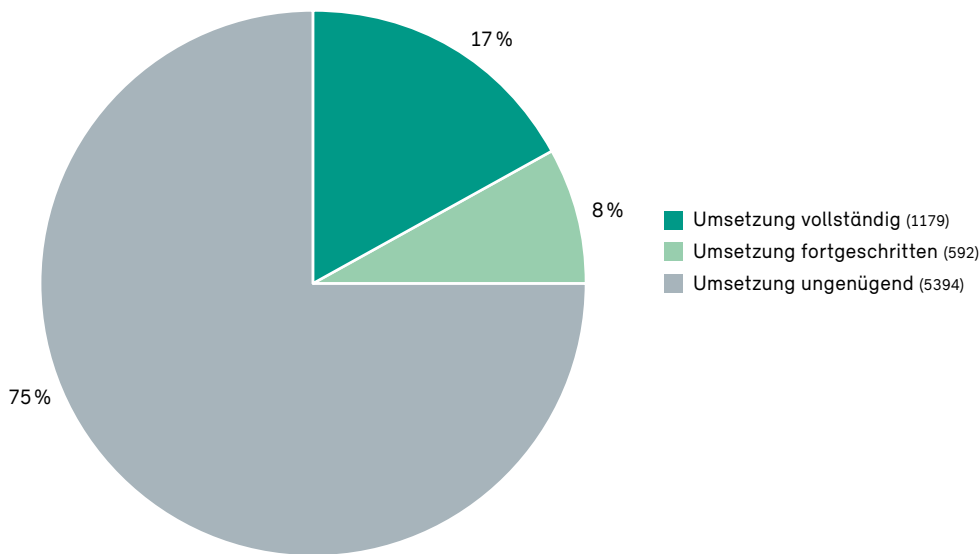
Handlungsbedarf gibt es auch bei der Umsetzung und dem Vollzug. Gemäss den Umsetzungsfristen sollten bis Ende 2020 83 % aller Objekte vollständig umgesetzt sein (→ BAFU 2022e). Doch 2021 waren sie erst bei 17 % der Objekte vollständig etabliert (Abb. 4). Die Umsetzung ist für keinen Biotoptyp und in keinem Kanton abgeschlossen.

Die Trendwende bei der Biodiversität gelingt nur, wenn zum einen die Basisinfrastruktur («ökologische Infrastruktur») erhalten und weiterentwickelt wird und zum andern die Nutzung auch ausserhalb davon mit Respekt für die Biodiversität erfolgt. Deshalb hat der Bundesrat im April 2022 ein Massnahmenpaket für eine nachhaltigere

Landwirtschaft verabschiedet. Zudem hat er in seinem indirekten Gegenvorschlag zur Biodiversitätsinitiative die Förderung der Natur in den Siedlungen zu einem Kernthema gemacht. In den Leistungsvereinbarungen des Bundes mit den Bahnbetreibern wurden Ziele für die Biodiversität vereinbart; die Biodiversität ist heute in den Strategien zum Tourismus und zur Gesundheit enthalten, und nicht zuletzt setzt das Landschaftskonzept Schweiz, welches der Bundesrat im Mai 2020 verabschiedet hat, für alle raumrelevanten Politikbereiche Sachziele mit Bezug zur Biodiversität. Bei konsequenter Umsetzung werden diese Entscheidungen helfen, den Verlust an Biodiversität zu stoppen und schliesslich die Trendwende anzugehen.

Abb. 4: Stand der Umsetzung der nationalen Biotope

2021 waren der Schutz und Unterhalt erst bei 17 % der Objekte vollständig umgesetzt.



Quelle: BAFU 2022e

1 Einführung

Biologische Vielfalt ist das herausragende Merkmal unseres Planeten. Schätzungsweise acht Millionen mehrzellige Arten und vermutlich ein Mehrfaches an Mikroorganismen bilden zahlreiche Lebensgemeinschaften an Land, im Wasser und im Boden. Weil jede Art aus vielen lokal angepassten Unterarten besteht, gibt es eine gewaltige Anzahl an genetischen Bauplänen auf der Erde. Diese Biodiversität ist nicht nur an sich erhaltenswert, sondern auch unser Sicherheitsnetz, die Basis unserer Ernährung, die Regulatorin des Klimas und die Voraussetzung für saubere Luft und sauberes Wasser. Dennoch ist der Mensch dabei, die Grundlage seiner eigenen Existenz zu degradieren – meist ohne sich der Tragweite seiner Handlungen bewusst zu sein.

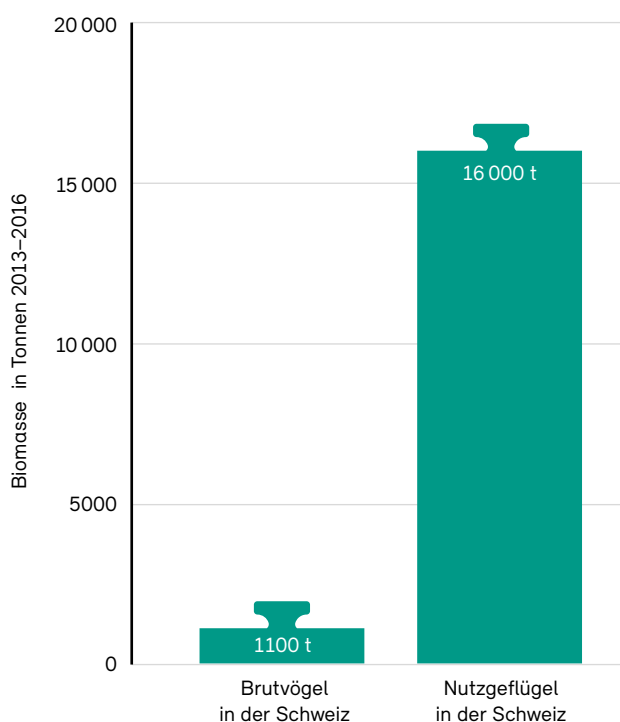
Der Bundesrat hat deshalb in seiner Strategie Biodiversität Schweiz (→ Bundesrat 2012) dem Bund, den Kantonen und den Gemeinden den Auftrag erteilt, mit Kommunikationsaktivitäten allen Akteuren aus Gesellschaft, Politik und Wirtschaft bewusst zu machen, dass sie von Ökosystemleistungen profitieren, was die Folgen ihres Handelns und ihres Konsums auf die Biodiversität und die Ökosystemleistungen sind und wie sie zur Erhaltung beider beitragen können (strategisches Ziel 7 «Wissen generieren und verteilen»). Der vorliegende Biodiversitätsbericht leistet einen Beitrag zur Umsetzung dieses Ziels und erfüllt zugleich den Auftrag gemäss Artikel 25a NHG an Bund und Kantone, Behörden und die Öffentlichkeit, über die Bedeutung und den Zustand von Natur und Landschaft zu informieren und geeignete Schutz- und Unterhaltmassnahmen zu empfehlen.

1.1 Eine globale Umweltkrise

Die Eingriffe des Menschen in die biologischen, geologischen und atmosphärischen Prozesse sind derart stark und tiefgreifend, dass nach Ansicht vieler Forschenden eine neue Epoche der Erdgeschichte begonnen hat: das Anthropozän (→ Meera 2019). Auf drei Vierteln der eisfreien Landoberfläche hat der Mensch die Ökosysteme umgestaltet (→ Watson et al. 2016). Er trägt Berge ab und leitet Flüsse um; seine Abfälle gelangen in riesigen Mengen in die Sedimente und bilden eine markante geologische Schicht. Das Gewicht der vom Menschen produzierten Dinge wie Plastik, Gebäude, Strassen und Maschinen übersteigt inzwischen dasjenige der gesamten lebenden Biomasse. Der Mensch und seine Nutztiere (ohne Geflügel) stellen mittlerweile 96 % der Säugetierbiomasse auf der Erde (→ Bar-On et al. 2018). In der Schweiz ist das Gewicht des gesamten Nutzgeflügels fast 15-mal höher als das der Brutvögel (Abb. 5) (→ Knaus & Strebel 2022).

Der fast flächendeckende Einfluss des Menschen setzt den Zustand der Biodiversität unter Druck. Von den rund acht

Abb. 5: In der Schweiz ist das Gewicht des gesamten Nutzgeflügels rund 15-mal höher als das der Wildbrutvögel.



Quelle: Knaus & Strebel 2022

Millionen mehrzelliger Arten, die auf der Erde existieren, könnten in den nächsten Jahrzehnten eine Million Arten aussterben (→ IPBES 2019). Der «Living Planet Index», ein Indikator für den Zustand der globalen Biodiversität, zeigt, dass die Populationsgrößen von Fischen, Vögeln, Säugetieren, Amphibien und Reptilien allein in den letzten 50 Jahren um durchschnittlich 60 % zurückgegangen sind (→ WWF 2018). Die massiven Populationsrückgänge bei den Wildtieren werden in eine Kaskade von negativen Auswirkungen auf Funktionen und Leistungen von Ökosystemen münden, die für die menschliche Zivilisation lebenswichtig sind (→ Ceballos et al. 2017). Die Landdegradierung beeinträchtigt bereits das Wohlergehen von rund 3,2 Milliarden Menschen (→ IPBES 2018).

Die Risiken für die globale Wirtschaft und unseren Wohlstand, die mit dem Verlust von Biodiversität verbunden sind, werden durch das World Economic Forum als sehr hoch eingestuft (→ WEF 2022). Die drei grössten globalen Risiken (gemessen an der Wahrscheinlichkeit des Eintretens) sind allesamt Umweltrisiken. Auch ein aktueller Bericht des Beratungsunternehmens PwC zählt Biodiversitätsverluste zu den grössten Risiken für die Weltwirtschaft (→ PwC Schweiz / WWF Schweiz 2020).

Die zwei grossen globalen Risiken – der Rückgang der Biodiversität und der Klimawandel – sind eng miteinander verknüpft und verstärken sich gegenseitig. Auch folgen sie derselben Dynamik: Die Hauptursache für den Rückgang der Biodiversität – die nicht nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen – ist auch für den Klimawandel verantwortlich, was ein entschlossenes Gegensteuern umso dringlicher macht (→ Ismail et al. 2021, Schweizerische Eidgenossenschaft 2020, Bundesrat 2021). Die verschiedenen Gleichgewichte, die der Biosphäre zugrunde liegen, sind derart gestört, dass es fast unmöglich geworden ist, das Auftreten und die Auswirkungen von ökologischen Krisen vorherzusagen. Dies wurde durch die Covid-19-Pandemie deutlich, die zu einer der grössten Wirtschaftskrisen der Geschichte geführt hat (siehe Box S. 17).



















Der Schutz und die nachhaltige Nutzung der Biodiversität sind unsere beste Versicherung gegen heutige und zukünftige Bedrohungen. Eine reichhaltige biologische Vielfalt ist auch die notwendige Grundlage für die Erreichung der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals SDG) (siehe Kap. 8).

1.2 Der Wert der Biodiversität

Es gibt viele verschiedene Argumente für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität. Seit den 1990er-Jahren dominiert der Begriff der Ökosystemleistungen die Wertvorstellung von Biodiversität in der westlichen Welt. Unzählige Studien haben den ökonomischen Wert des «Naturkapitals» sichtbar gemacht. Weil dieser Ansatz den Blick allein auf das ökonomische Wohl der Menschen verengt, hat der Weltbiodiversitätsrat IPBES jüngst einen weiterentwickelten Ansatz

präsentiert, der ein besseres, umfassenderes Verständnis vom Wert der Biodiversität vermittelt (→ Pascual et al. 2017). Man spricht nun von 18 «Beiträgen der Natur für den Menschen» (Nature’s Contributions to People, NCP) (→ Díaz et al. 2015). Biodiversität wird darin nicht nur als Quelle von Geldströmen, Dienstleistungen, Nahrungsmitteln und Rohstoffen angesehen, sondern auch als Trägerin vieler kultureller, sozialer, gesundheitlicher, spiritueller und religiöser Bedeutungen (Abb. 6) (Forum Biodiversität 2020). Denn viele Kulturen betrachten sich als Teil der Natur.

Abb. 6: Der Beitrag der Natur für die Menschen

- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | <p>1. Ökosysteme sind Netzwerke des Lebens. Sie schaffen und erhalten Räume, in denen Organismen leben, die einen direkten oder indirekten Nutzen für uns Menschen haben.</p> |  | <p>10. Biodiversität reguliert Organismen, die für Menschen sowie ihre Nutzpflanzen und -tiere schädlich sind (natürliche Schädlingskontrolle; Reduktion des Risikos von Infektionskrankheiten).</p> |
|  | <p>2. Tiere ermöglichen und fördern die Bestäubung sowie die Verbreitung von Samen.</p> |  | <p>11. Ökosysteme produzieren Biomasse, die als Brennstoff dient.</p> |
|  | <p>3. Ökosysteme erhalten und verbessern die Luftqualität, indem sie Schadstoffe aufnehmen und abbauen.</p> |  | <p>12. Wildlebende, domestizierte oder kultivierte Organismen dienen den Menschen als Nahrung. Die Natur liefert zudem Futter für unsere Nutztiere.</p> |
|  | <p>4. Ökosysteme regulieren das Klima, beispielsweise indem sie Kohlenstoff speichern und zur Wolkenbildung beitragen.</p> |  | <p>13. Organismen liefern zahlreiche Materialien, mit denen die Menschen bauen, sich einkleiden oder schmücken. Lebende Organismen werden zudem als Haus- und Nutztiere gehalten.</p> |
|  | <p>5. Pflanzen regulieren den CO₂-Gehalt der Atmosphäre und damit den pH-Wert des Meeresswassers.</p> |  | <p>14. Organismen sind eine der wichtigsten Quellen für Heilmittel, die seit Jahrtausenden vom Menschen verwendet werden.</p> |
|  | <p>6. Ökosysteme regulieren die Menge, die Verteilung und die Verfügbarkeit von Süßwasser (z. B. als Trinkwasser oder für die Stromproduktion).</p> |  | <p>15. Landschaften, Lebensräume und Organismen ermöglichen es dem Menschen, Bildung, Wissen und Fähigkeiten zu erwerben.</p> |
|  | <p>7. Ökosysteme filtern organische Partikel, Schadstoffe, Krankheitserreger und Nährstoffe aus dem Wasser und liefern den Menschen hochwertiges Trinkwasser und sauberes Wasser zum Baden.</p> |  | <p>16. In einer natürlichen, biologisch vielfältigen Umgebung erholen wir uns physisch und geistig (Ferien, Freizeit).</p> |
|  | <p>8. Organismen sind massgeblich an der Bodenbildung und -erhaltung beteiligt sowie an der Bereitstellung der Nährstoffe für die Nutzpflanzen.</p> |  | <p>17. Landschaften, Lebensräume und Organismen können den sozialen Zusammenhalt fördern und haben das Potenzial für spirituelle Erfahrungen.</p> |
|  | <p>9. Ökosysteme schützen Menschen und ihre Infrastruktur vor Extremereignissen wie Hochwasser, Stürmen, Hitzewellen, Lawinen, Erdbeben und Tsunamis.</p> |  | <p>18. Aufrechterhaltung und Sicherung von Optionen für die Zukunft: Unsere Nachkommen sollten auf die Ressource Biodiversität zurückgreifen können zur Erhaltung ihrer Lebensqualität.</p> |

Biodiversität und Gesundheit

Biodiversität ist in vielerlei Hinsicht von grosser Bedeutung für die menschliche Gesundheit (→ BAFU/BAG 2019, SCNAT 2019a). Sie ist eine der wichtigsten Quellen für Wirkstoffe, aus denen Medikamente hergestellt werden. Ausserdem hat der regelmässige Aufenthalt in der Natur zahlreiche positive Effekte auf unser Wohlbefinden und unsere psychische Gesundheit: Qualitativ hochwertige Grünräume und Gewässer laden uns ein, körperlich aktiv zu sein und uns zu entspannen. Dies wirkt unter anderem nachweislich gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Stress, Müdigkeit, Angstzustände, Depressionen und Fettleibigkeit. Eine vielfältige Natur mit ihren vielen verschiedenen Mikroorganismen fördert zudem die nötige Reifung des Immunsystems. Der mangelnde Kontakt von Kindern und Erwachsenen mit verschiedensten Mikroben könnte für die zunehmende Anfälligkeit für Entzündungen und Allergien verantwortlich sein. Forschende empfehlen deshalb, die Förderung der Biodiversität und der menschlichen Gesundheit in Zukunft vermehrt in gemeinsamen Strategien und Programmen anzugehen und jeder Person in der Schweiz den Kontakt und Zugang zu hochwertiger Natur zu ermöglichen.

Die Biodiversität kann auch Infektionskrankheiten beim Menschen in Schach halten, weil Häufigkeit und Vorkommen vieler Erreger eng mit ökologischen Prozessen verbunden sind. So existieren in intakten Lebensräumen viele ungeeignete (resistente) Wirte, was die Dichte der Krankheitserreger verdünnt und das Infektionsrisiko reduziert. Ist die Natur dagegen degradiert und gestört, schafft der Mensch die Voraussetzungen dafür, dass Viren von Tieren auf menschliche Populationen übergreifen können.

Das Vordringen der Menschen in bisher intakte Ökosysteme, die Zerstörung von Lebensräumen durch die industrielle

Landwirtschaft, Massentierhaltungen und Wildtiermärkte erhöhen die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung und damit das Infektionsrisiko stark. Die Covid-19-Pandemie zeigt, wie eng der Umgang des Menschen mit der Natur und die Verbreitung von Infektionskrankheiten verknüpft sind. Beim Coronavirus handelt es sich um eine sogenannte Zoonose, eine Krankheit, die zwischen Mensch und Tier übertragen wird. Die Übernutzung und Zerstörung von Ökosystemen hat es sehr viel wahrscheinlicher gemacht, dass Krankheitserreger wie das Coronavirus auf den Menschen überspringen (→ Johnson et al. 2020). Entsprechend haben die Ausbrüche von Infektionskrankheiten seit den 1980er-Jahren stark zugenommen (→ Smith 2014). Das Risiko zukünftiger Pandemien kann erheblich verringert werden, wenn die menschlichen Aktivitäten, die den Verlust der biologischen Vielfalt vorantreiben, reduziert werden. Benötigt werden nachhaltige Landwirtschaftssysteme, veränderte Konsumgewohnheiten, mehr Schutzgebiete und ein allgemein besserer Schutz der Biodiversität.

Die erfolgreiche Prävention und Bekämpfung von bereichsübergreifenden Gefahren für die öffentliche Gesundheit erfordern eine enge Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen und einen interdisziplinären Ansatz. Zentral für die Schweiz ist der «One Health»-Ansatz. «One Health» hat die Gesundheit von Mensch und Tier sowie den Erhalt einer intakten Umwelt im Fokus. Getragen wird der Ansatz auf internationaler Ebene unter anderem durch die Quadripartite (WHO, FAO, OIE und UNEP). Auf der Basis des Epidemiengesetzes hat die Schweiz ein Unterorgan «One Health» ins Leben gerufen. Dieses koordiniert unter der Leitung des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen die Aktivitäten im Bereich «One Health» und entwickelt sie weiter (z. B. Ziele und Strategien zur Früherkennung, Überwachung und Bekämpfung von gesundheitlichen Risiken).

Weil die NCPs zumeist öffentliche Güter sind, werden sie nicht auf Märkten gehandelt, sondern ganz selbstverständlich gratis genutzt. Auf kurzfristige Kapitalflüsse ausgerichtete Modelle zur Berechnung ökonomischer Leitindikatoren wie das Bruttoinlandprodukt (BIP) führen dazu, dass Entwicklungen als positiv dargestellt werden, die bei ganzheitlicher Betrachtung eine ganz andere Richtung aufzeigen würden (→ UK Treasury 2020, UNEP 2018). Während die wichtigen Beiträge der Natur für den Menschen zurückgehen (→ IPBES 2019), stiften die ökonomischen Leitindikatoren zur Beschleunigung dieser Entwicklung an. Dies führt auch dazu, dass eine Vielzahl von Subventionen und finanziellen Fehlanreizen der öffentlichen Hand Aktivitäten fördern, die die Biodiversität manchmal stark schädigen (→ Gubler et al. 2020).

Aufgrund der Abnahme der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen ergeben sich geschätzte Verluste von weltweit Hunderten Milliarden CHF pro Jahr. Und die jährlichen Kosten des Nicht-Handelns nehmen stetig zu, im Jahr 2050 werden sie in der Schweiz gemäss Schätzungen bereits 14 bis 16 Milliarden Franken bzw. 2 bis 2,5 % des Bruttoinlandprodukts betragen (→ Ecoplan 2010). Sie bleiben jedoch in den veröffentlichten Statistiken weitgehend unberücksichtigt. Nicht vergessen gehen dürfen auch die nichtmateriellen Leistungen der Biodiversität. Zudem hat die Biodiversität einen Wert jenseits aller menschlichen Bedürfnisse und Ansprüche und unabhängig von der menschlichen Existenz (Eigenwert).

1.3 Die Entwicklung der Biodiversität messen

In der Schweiz wurden bisher rund 56 000 Arten von Tieren, Pflanzen und Pilzen nachgewiesen. Schätzungen gehen davon aus, dass hierzulande weitere 30 000 Arten leben, die von der Wissenschaft bisher noch nicht für die Schweiz nachgewiesen wurden (→ BAFU 2023). 179 Arten oder Unterarten haben ihr Verbreitungsgebiet vollständig oder grösstenteils in der Schweiz (→ BAFU 2023). Die Schweiz weist über 230 verschiedene Lebensraumtypen auf (z. B. Flaumeichenwald, inneralpine Felsensteppe, Hochmoor, Fromentalwiese) (→ Delarze et al. 2015). Diesen Reichtum verdankt sie vor allem den ausgeprägten Höhengradienten, der klimatischen und geologischen Vielfalt und dem über lange Zeit traditionell bewirtschafteten

Kulturland. Gross ist auch die genetische Vielfalt: In der Schweiz werden über 16 000 Sorten von Nutzpflanzen erhalten – ein riesiger Schatz an genetischem Material (→ Kleijer et al. 2012).

Um diese Biodiversität langfristig schützen zu können, sind Angaben zum Zustand und zur Entwicklung von Arten und Lebensräumen unabdingbar. Nur so können Probleme frühzeitig erkannt und die Wirkung von Schutz- und Fördermassnahmen überprüft werden. In der Schweiz bestehen mehrere nationale Programme zur Überwachung der biologischen Vielfalt, die sich optimal ergänzen (→ BAFU 2020d, Kipfer et al. 2020). Besonders wichtig sind die folgenden Programme:

Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM): Mit dem BDM wird die langfristige Entwicklung der Artenvielfalt ausgewählter Organismengruppen erfasst, wobei das Augenmerk auf die Erhebung häufiger und verbreiteter Arten gerichtet ist. Das BDM ermöglicht repräsentative Aussagen zur Artenvielfalt für die gesamte Schweiz. Die Entwicklung der Artenvielfalt wird in allen Lebensräumen gemessen, auch auf intensiv genutzten Flächen. Seltene Lebensräume und seltene Arten sind im BDM allerdings kaum vertreten.

Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz (WBS): Die WBS soll in erster Linie zeigen, ob sich die Biotope von nationaler Bedeutung (Hoch- und Flachmoore, Auen, Amphibienlaichgebiete, Trockenwiesen und -weiden) gemäss ihren Schutzziele entwickeln und in ihrer Qualität erhalten bleiben. Negative Entwicklungen der Biotope auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene werden frühzeitig erfasst, um Gegenmassnahmen ergreifen zu können.

Monitoring Häufige Brutvögel (MHB): Das MHB bezweckt, langfristige Bestandstrends der häufigen und verbreiteten Brutvogelarten in der Schweiz aufzuzeigen. Daneben sollen kurzfristige Schwankungen und Veränderungen in Verbreitung, Artenzusammensetzung und Bestand dokumentiert werden.

Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et milieux agricoles (ALL-EMA): Dieses Programm erfasst den Zustand und die Veränderungen der Arten und Lebensräume in der Schweizer Agrarlandschaft und beurteilt die

Wirksamkeit von Biodiversitätsförderflächen. Der Fokus von ALL-EMA liegt auf der Erhebung von mittelhäufigen, für die Landwirtschaft relevanten Arten und Lebensräumen.

Rote Listen: Rote Listen sind anerkannte wissenschaftliche Gutachten, in denen der Gefährdungsgrad von einheimischen Arten und Lebensräumen dargestellt ist. Zurzeit verfügt die Schweiz über 20 Rote Listen (→ BAFU 2023).

Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten: Die Wirkung der Waldreservatspolitik des Bundes wird seit 2006 im Rahmen des Projekts «Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten» untersucht.

Schweizerisches Landesforstinventar (LFI): Das LFI erfasst den Zustand und die Veränderungen des Schweizer Waldes, darunter auch mehrere Indikatoren zur Biodiversität.

Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA): Dieses Monitoringprogramm von Bund und Kantonen ermöglicht es, den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene zu dokumentieren und zu beurteilen.

Monitoring Bodenbiologie: Das bodenbiologische Monitoring der Nationalen Bodenbeobachtung (NABObio) startete 2012 mit der jährlichen Beprobung von 30 Standorten (Acker, Grasland, Wald). Die bodenbiologischen Untersuchungen in kantonalen Bodenbeobachtungen (KABO) laufen seit rund 15 Jahren.

Monitoring der genetischen Vielfalt in der Schweiz: In einem dreijährigen Projekt (2020–2023) wird die Durchführbarkeit eines möglichen künftigen Monitorings der genetischen Vielfalt von Pflanzen-, Pilz- und Tierarten in der Schweiz getestet.

Aktivitäten der Datenzentren: Die Daten- und Informationszentren sowie die Koordinationsstellen von InfoSpecies erfassen Verbreitungsangaben von Arten und unterhalten Monitoringaktivitäten auf Populationsebene. Daten von nationalen Monitoringprogrammen, von zahlreichen Projekten verschiedener Akteure sowie unsystematische Fundmeldungen fliessen ebenfalls in den Datenbanken zusammen und stehen zur Auswertung bereit (z. B. für Rote Listen, Atlanten, Virtual Data Center VDC, GBIF).

Weitere Programme und Projekte: Untersuchungen von Universitäten und Forschungsinstituten vertiefen das Wissen

Gezielte Investitionen in die Biodiversität lohnen sich

In den Jahren 2016 bis 2019 haben Bund und Kantone im Rahmen ihrer Programmvereinbarungen im Umweltbereich gemeinsam rund 420 Millionen Franken für die Bereiche Naturschutz und Waldbiodiversität ausgegeben. Die gezielten Investitionen in die Biodiversität entfalten eine grosse Vielfalt an positiven Wirkungen – auf die Natur, die Ökosystemleistungen, die Wirtschaft und die Gesellschaft (→ BAFU 2019c, BAFU 2020f). Investitionen in die Biodiversität generieren Aufträge für das lokale Gewerbe und erhöhen die Standortattraktivität. Gerade kleine Gemeinden mit hohen Naturwerten können sich die Pflege und die Erhaltung ihrer geschützten Biotope oft nur dank der Mittel von Bund und Kanton leisten. Mit Blick auf Spardiskussionen auf Bundesebene verweisen die Kantone deshalb darauf, dass Kürzungen der Bundesmittel nicht nur auf die Biodiversität negative Effekte haben können, sondern auch auf die regionale Wirtschaft als Empfängerin dieser Mittel.

Die Mittel für die Biodiversität kommen auch der Gesellschaft zugute. Die aufgewerteten Lebensräume und die Förderung der Arten:

- machen Naturerlebnisse (direkt vor der Haustür) möglich;
- bedeuten höhere Wohn- und Lebensqualität für die lokale Bevölkerung;
- tragen zu Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen bei;
- schaffen Identifikation mit landschaftlichen, traditionellen und kulturellen Werten;
- generieren dezentrale lokale Arbeitsplätze;
- starten Projekte zur Sensibilisierung und Information der Bevölkerung, zur Umweltbildung und der Zusammenarbeit mit der Forschung oder mit NGOs; und
- binden unterschiedlichste soziale Gruppen in die Umsetzung von Massnahmen ein.

um den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität. Hinzu kommen weitere Monitoringaktivitäten auf verschiedenen räumlichen Ebenen und für verschiedene Biodiversitätselemente, die Aussagen zum Zustand und zur Entwicklung

der Biodiversität erlauben (z. B. Planktonmonitoring in Seen, Jagd- und Fischereistatistiken von Bund und Kantonen, wiederholte Erhebungen in bestimmten Gebieten auf lokaler Ebene, Monitoring der Grossraubtiere).

In der Schweiz ausgewiesene Gebiete für Biodiversität

Schutzgebiete von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung bedecken in der Schweiz 10,7 % der Landesfläche (Stand 2021). Weitere 2,7 % der Landesfläche sind in anderer Form der Biodiversität gewidmet. Gesamthaft sind damit 13,4 % der Landesfläche der Schweiz als Gebiete für den Schutz der Biodiversität ausgewiesen. Die Fläche der Schutzgebiete von nationaler Bedeutung ist in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen. Allerdings reichte der Zuwachs nicht aus, um den von der Biodiversitätskonvention CBD vorgegebenen Zielwert von 17 % bis im Jahr 2020 zu erreichen. Es sind also weitere Anstrengungen notwendig, um die Ziellücke zu schliessen.

Mit seinem Gegenvorschlag zur Biodiversitätsinitiative will der Bundesrat dafür sorgen, dass schweizweit genügend Schutzfläche geschaffen und vernetzt wird.

Erreichen lässt sich dieses Ziel beispielsweise mit der Ergänzung und Erweiterung regionaler und lokaler Biotope oder mit dem bereits laufenden Ausbau der Waldreservate. Zudem sollen die bestehenden nationalen Schutzgebiete wo nötig saniert werden.

Expertinnen und Experten haben berechnet, dass auf rund einem Drittel der Gesamtfläche der Schweiz der Biodiversität Vorrang gegeben werden muss, damit die Biodiversität unseres Landes erhalten werden kann (→ Guntern et al. 2013). Im Rahmen der Arbeiten zur ökologischen Infrastruktur wird derzeit untersucht, welche Gebiete zu diesem 30%-Ziel beitragen könnten. Dabei handelt es sich zu einem grossen Teil nicht um Schutzgebiete im klassischen Sinn, sondern um multifunktional genutzte Flächen. Nutzungen sind oft sogar erwünscht, wenn sie sich mit den entsprechenden Zielen vereinbaren lassen.

2 Lebensräume im Hochgebirge

In den oberen Bereichen der Schweizer Alpen gibt es sie noch: Wilde und ursprüngliche Natur. Mit der Alpwirtschaft nutzt der Mensch Teile des Hochgebirges. Die Alpweiden und die Wildheuwiesen gehören zu den buntesten und artenreichsten Flächen der Schweiz. Die enge Verzahnung von Natur und Kultur hat zu einer äusserst reizvollen Landschaft geführt. Vor allem die traditionell anmutende Alpwirtschaft hat eine wichtige identitätsstiftende Funktion für die Schweizer Bevölkerung – dies, obwohl sich die wirtschaftlichen Aktivitäten der Schweiz auf das Mittelland konzentrieren, wo auch der Grossteil der Bevölkerung lebt. Dennoch ist das Hochgebirge schon lange keine heile Welt mehr: Die Nutzungsintensivierung in Gunstlagen und die Nutzungsaufgabe von schwer zu bewirtschaftenden Alpflächen, der Klimawandel, der Tourismus abseits von Wegen und Pisten sowie der Ausbau der Wasserkraft tragen zur Gefährdung der Biodiversität in den alpinen Lebensräumen bei.



Bedeutung der alpinen Lebensräume für den Menschen

Natur und Landschaft der Alpen sind die bedeutendsten Trümpfe des Schweizer Tourismus. Für die Schweizer Bevölkerung sind sie ein Anker für Tradition und Identität sowie ein wichtiger Erholungsraum. Artenreiche Weiden und regelmässig geschnittene Wiesen verhindern zudem Bodenerosion und Schneerutschungen.

2.1 Unsere Verantwortung

In den europäischen Alpen leben zahlreiche Pflanzenarten, die nur dort vorkommen. Viele davon wachsen auch in der Schweiz. Jedes Land hat eine besondere Verantwortung für jene Tier- und Pflanzenarten, deren Verbreitungsgebiet sich ganz oder zu einem grossen Teil auf dessen Landesfläche beschränkt. Um diese Verantwortung wahrzunehmen, hat die Schweiz eine «Liste der Nationalen Prioritären Arten» erarbeitet (→ BAFU 2019b). Die nationale Priorität wird aus einer Kombination von zwei Kriterien definiert: dem nationalen Gefährdungsgrad (entsprechend den Roten Listen) und der internationalen Verantwortung der Schweiz

für die betreffende Art. Bei den Pflanzen liegen die Flächen mit mindestens fünf Verantwortungsarten vornehmlich in den Alpen (Abb. 7) (→ BAFU 2011).

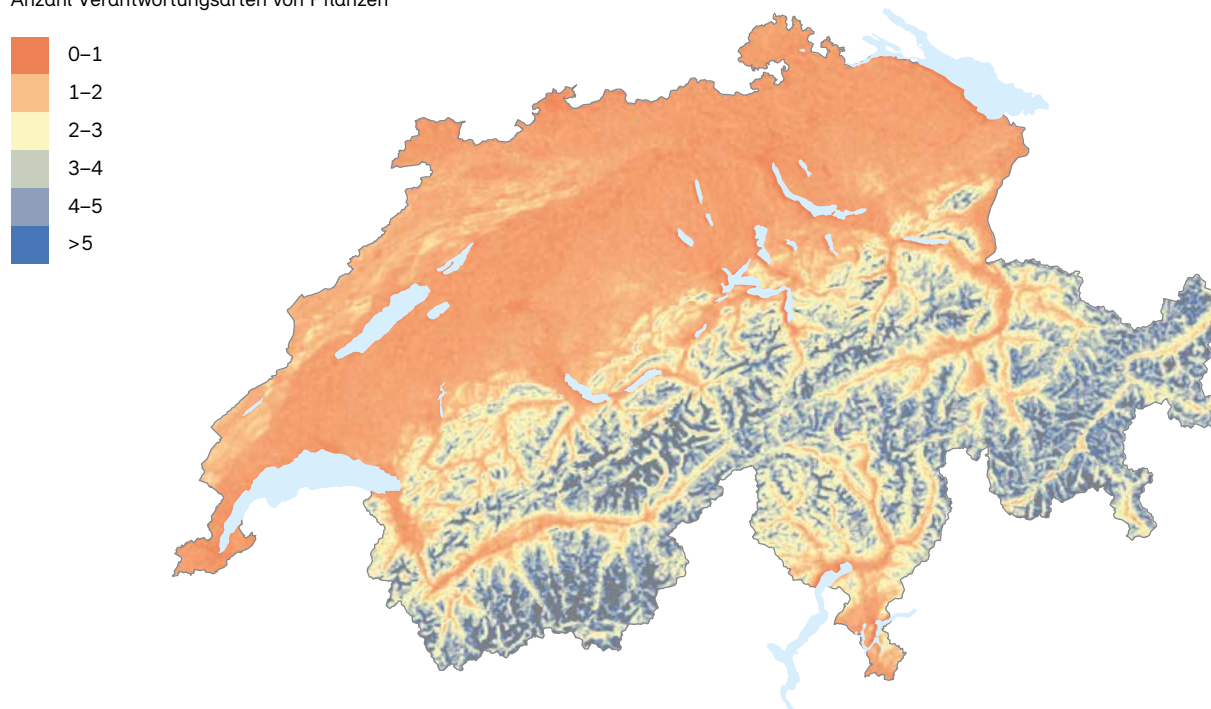
2.2 Wildnis und Kulturlandschaft

In den Alpen finden sich nicht nur die meisten Verantwortungsarten der Schweiz, sondern auch die meisten Wildnisgebiete von hoher bis sehr hoher Qualität (Abb. 8). In diesen Räumen überwiegen natürliche Prozesse, und es gibt weder Siedlungen noch Infrastrukturen. Diese Situation führt dazu, dass in weiten Teilen des Alpenraums eine relativ intakte

Abb. 7: Anzahl an Verantwortungsarten von Pflanzen für die Schweiz, hochgerechnet aufgrund der Daten aus den Aufnahmeflächen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz

Flächen mit mehr als fünf Verantwortungsarten weisen durchschnittlich eine Höhe von rund 2000 m ü. M. auf.

Anzahl Verantwortungsarten von Pflanzen



ökologische Infrastruktur existiert. Die Schutzgebiete sind in der Regel gut vernetzt und wenig isoliert. Dies soll auch so bleiben: 2020 hat der Bundesrat das Landschaftskonzept Schweiz verabschiedet und darin ein Qualitätsziel für hochalpine Landschaften festgelegt (→ BAFU 2020c): Diese sollen ihren natürlichen Charakter behalten und das Erleben von Natur und Landschaft ermöglichen.

Wildnisgebiete sind Rückzugsräume für Arten, die in der Kulturlandschaft keinen oder nur sehr wenig Platz finden. Wildnisgebiete sind zudem ungestörte Evolutionsräume und Forschungsstandorte. Sie bilden ein Gegengewicht zu unserer zivilisierten Welt und bieten Naturerfahrungen und faszinierende Erlebnisse (→ Moos et al. 2019).

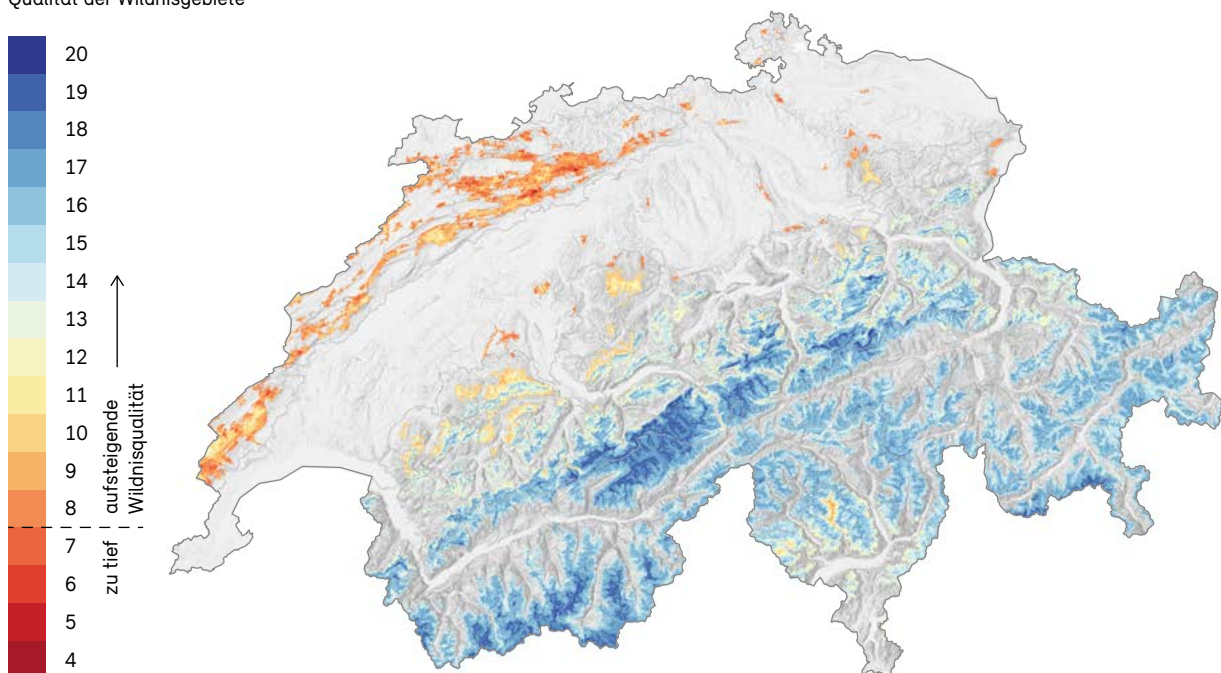
Der Mensch hat die biologische Vielfalt in der alpinen und subalpinen Zone an vielen Stellen verändert. Obwohl die Alpen ein Hochgebirge sind, begann die landwirtschaftliche Nutzung durch die Menschen bereits vor rund 5000 Jahren. Es wird davon ausgegangen, dass die Alpen von oben nach unten in Besitz genommen wurden. Die alpinen Naturwiesen oberhalb der Baumgrenze eigneten sich für eine

beschränkte Beweidung während der Sommermonate. Später wurden die Alpweiden durch Rodung vergrößert: Die Hälfte des sogenannten Sömmerungsgebietes in der Schweiz war ursprünglich bewaldet. Durch die Rodungen konnten sich nicht nur Tier- und Pflanzenarten der Wiesen und Weiden in den Talgebieten etablieren, sondern auch Arten der anderen Lebensräume (alpine Naturrasen, Gesteinsschutt und lichte Wälder) (→ Hofer et al. 2013).

Das Sömmerungsgebiet umfasst heute rund ein Zehntel der Schweizer Landesfläche. Die Alpwirtschaft hat sich dort über Jahrhunderte entwickelt und den jeweiligen lokalen Gegebenheiten angepasst. Dadurch entstand eine grosse kulturelle und biologische Vielfalt. Die meisten Alpweiden werden auch heute noch traditionell und extensiv genutzt, ohne Zufuhr von alpferdem Dünger. Sie weisen mit durchschnittlich 40 Pflanzenarten auf 10 Quadratmetern im Vergleich zu den anderen im BDM untersuchten Lebensräumen die höchste mittlere Artenzahl auf (→ BDM 2006). Insgesamt ist das Grünland der subalpinen und alpinen Lagen um rund ein Viertel artenreicher an Pflanzen als das meist intensiv genutzte Grünland in den Talgebieten (→ BDM 2009).

Abb. 8: Wo die Schweiz noch wild ist (→ Moos et al. 2019)

Flächen mit hoher Wildnisqualität (blau) liegen praktisch alle in den Alpen.
Qualität der Wildnisgebiete



Quelle: WSL

2.3 Nutzungsänderungen verändern Alpweiden

Die Nutzung der Alpweiden hat sich in den letzten Jahrzehnten stetig verändert, indem die gesömmerten Tiere immer mehr auf die guten Flächen konzentriert werden. Dies führt lokal zu einer intensiveren Nutzung, während auf anderen Weideflächen die Nutzung abnimmt oder gar ausbleibt (→ Lauber et al. 2013).

Überall dort, wo die landwirtschaftliche Nutzung aufgegeben wird, breitet sich der Wald aus. Dabei geht Kulturland verloren, das vor Jahrhunderten dem Wald mühsam abgerungen wurde. Meist handelt es sich dabei um ertragsarme Standorte in höheren Lagen. Dementsprechend entfallen 91 % der Waldflächenzunahme seit der Aufnahmeperiode 2004/2006 des Landesforstinventars auf Gebiete oberhalb von 1000 m ü. M. (→ Brändli et al. 2020). Über drei Viertel der neuen Wälder entstanden wie auch schon in der Periode davor (1993/95) gar in Höhenlagen über 1400 m ü. M. Die Zunahme in Lagen oberhalb von 1800 m ü. M. macht 46 % der gesamten Waldflächenzunahme aus. Diese ist eine Folge der nachlassenden Landwirtschaft und zu einem Teil auch des Klimawandels.

Sowohl die Intensivierung als auch die Verbuschung und die Wiederbewaldung wirken sich negativ auf die reichhaltige Biodiversität des Sömmerungsgebiets aus (→ Strebel & Bühler 2015). Die ursprüngliche Kulturlandschaft in den

Gebirgsregionen kann durch die Wiederbewaldung zudem monotoner werden, was in bestimmten Gebieten die Attraktivität für den Tourismus schmälert (→ Stöcklin et al. 2007). Andere Regionen können aber auch von den vielfältigen Leistungen des neu entstandenen Waldes profitieren (Lebensraum für Waldarten; Schutz vor Naturgefahren wie Steinschlag, Lawinen, Erosion; Holzproduktion, Reinigung und Speicherung von Wasser).

Das nationale Monitoringprogramm ALL-EMA zeigt, dass 42 % der heute noch existierenden Weiden im Sömmerungsgebiet eine hohe ökologische Qualität aufweisen. Um die Artenvielfalt gezielter zu fördern, hat die Agrarpolitik die Biodiversitätsbeiträge auch auf das Sömmerungsgebiet ausgedehnt.

2.4 Stickstoffeinträge in wertvolle Lebensräume

Bis zu zehn Kilogramm Stickstoff gelangen pro Hektare und Jahr über die Atmosphäre in die Böden der alpinen Zone und düngen die an geringe Nährstoffgehalte angepassten Lebensgemeinschaften. In einem Experiment konnte gezeigt werden, dass eine solche Stickstoffdüngung nach vier Jahren den Anteil an Kräutern im Pflanzenbestand zugunsten der Gräser deutlich reduziert (→ Bassin 2007). Der Pflanzenbestand wird dadurch dichter und weniger bunt.

Sensible Flechten

Oberhalb der Waldgrenze verleihen Gesteins- und Erdflechten dem Lebensraum eine farblich reichhaltige Patina. Flechten können selbst unter extremen klimatischen Bedingungen gedeihen. Diese Fähigkeit bedeutet aber nicht, dass Flechten unempfindlich gegenüber Umweltveränderungen durch den Menschen sind – im Gegenteil. Flechten sind Pilze, welche in enger Gemeinschaft mit Grünalgen oder Cyanobakterien (Blaualgen) leben. Diese Flechtensymbiose ist ein sensibles Gleichgewicht. Wird die Wechselbeziehung zwischen den beiden Partnern gestört oder einer der Partner geschädigt, kann die ganze Flechte absterben. Problematisch sind dabei vor allem Nährstoffeinträge und die Luftverschmutzung.

Hinzu kommt eine hohe Sensibilität der Flechten gegenüber Standortveränderungen sowie die oft lange

Generationsdauer. Der Lebenszyklus (von der erfolgreichen Besiedlung des Substrates bis zur Produktion von Fruchtkörperchen mit Pilzsporen) dauert beispielsweise bei der Echten Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* mindestens 30 Jahre. Das kann etwa im Wald problematisch sein: Werden alle Bäume bei Erreichen eines bestimmten Alters gefällt (wie dies in modernen Wirtschaftswäldern üblich ist), verschwindet der Lebensraum jener Flechtenarten, die Strukturen von alten Bäumen wie beispielsweise tiefe Borkenrisse benötigen. Dies wirkt sich negativ auf die Vielfalt der Flechten aus. Von den 786 untersuchten Flechtenarten (521 baumbewohnende und 265 erdbewohnende Arten) wurden 295 (37 %) auf die Rote Liste gesetzt (→ Scheidegger & Clerc 2002). Arten der Roten Liste finden sich in allen Lebensräumen.

Solange die Schweiz die Stickstoffemissionen, welche zu rund zwei Dritteln aus der Landwirtschaft und zu einem Drittel aus Verkehr, Industrie und Haushalten stammen, nicht in den Griff bekommt, werden die damit verbundenen Verschiebungen der Artenzusammensetzung und lokale Verluste an Arten im alpinen Grasland weitergehen. In Waldgebieten kann der Stickstoffeintrag je nach Standort auch eine substantielle Schwächung der Bäume und dadurch eine reduzierte Resilienz gegen Trockenheit und Schadorganismen bewirken.

2.5 Eingriffe für den Tourismus

Der Alpentourismus begann um 1900 und ist in vielen Regionen in den Alpen von grosser wirtschaftlicher Bedeutung. Er bringt aber auch soziale und ökologische Probleme mit sich. Vor allem der Wintertourismus beansprucht und verändert grosse Flächen, nicht nur in den Talgebieten (in Form von Siedlungserweiterungen und für Infrastrukturen), sondern auch in der alpinen Zone (→ Klaus et al. 2009). Eingriffe in hochalpine Ökosysteme können weitreichende Konsequenzen für den Wasserhaushalt, den Boden, die Flora, die Fauna und das Landschaftsbild haben.

Der Klimawandel fördert die Ausbreitung von technischen Beschneiungsanlagen. Mittlerweile wird die Hälfte der Pistenfläche in der Schweiz künstlich beschneit – Tendenz steigend. Der Einsatz von Kunstschnee beeinflusst nachweislich die spezialisierte Alpenflora und benötigt grosse Wassermengen, welche vielerorts den Feuchtlebensräumen fehlen (→ Rixen & Rolando 2013, Wipf et al. 2005).

2.6 Alpen als Freizeitpark

Die verschiedenen Outdoor-Aktivitäten im Winter und zunehmend auch im Sommer haben Auswirkungen auf die Natur (→ Graf 2018). Vor allem der Wintersport abseits von Wegen, Routen und Pisten sowie schwer lenkbare Freizeitaktivitäten wie Gleitschirmfliegen können eine grosse Belastung für Wildtiere sein (→ Ingold 2005). Müssen Wildtiere flüchten, kostet dies Energie. Je öfter sie gestört werden, desto schwerwiegender sind die Folgen. Zu ihrem Schutz werden Wildruhezonen eingerichtet, in denen das Betreten und Befahren im Winter verboten ist. Sie tragen massgeblich dazu bei, die Aktivitätsräume von Mensch

und Tier zeitlich und räumlich zu entflechten. Entsprechende Ruhezeiten im Sommer fehlen weitgehend, da die Ausdehnung des Intensivtourismus in den Sommer hinein ein relativ neues Phänomen ist.

Das BAFU und der Schweizer Alpen-Club SAC haben 2009 die schweizweite Kampagne «Respektiere deine Grenzen» lanciert. Sie soll Wintersportlerinnen und -sportlern zeigen, wie sie Freizeitaktivitäten in freier Natur geniessen können, ohne die Wildtiere zu stören. Seit 2020 informiert die BAFU-Kampagne «Respect nature» darüber, wie man Naturgebiete geniessen kann, ohne wildlebende Arten zu stören.

2.7 Klimawandel heizt den Arten ein

Der Alpenraum hat sich in den letzten 120 Jahren doppelt so stark erwärmt wie der globale Durchschnitt. Dieser menschengemachte Klimawandel wirkt sich auch auf die Lebensgemeinschaften aus. So hat die Pflanzenvielfalt in den Alpen durch eine Aufwärtsbewegung von Arten zugenommen, wie Daten des Biodiversitätsmonitorings Schweiz zeigen: Zwischen 2001 und 2015 sind die Pflanzenarten der Gebirge um durchschnittlich 10 Meter in die Höhe gewandert. Dies führt zu Veränderungen der lokalen Artengemeinschaften (→ Roth et al. 2014).

Auch andere Studien zeigen, dass sich die Verbreitungsschwerpunkte von Pflanzenarten nach oben verschieben (→ Rumpf et al. 2018). Weil Pflanzen der tieferen Lagen allerdings schneller reagieren als die hochalpine Flora, befürchten Forschende, dass alpine Arten zunehmend dem Konkurrenzdruck durch hochsteigende subalpine und montane Arten ausgesetzt sind. Ob das Freiwerden von Flächen, die heute noch unter vermeintlich «ewigem» Eis und Schnee liegen (bis zum Jahr 2100 werden nur noch 20 bis 30 % des heutigen Gletschervolumens übrig bleiben) (→ BAFU 2012a), den Verlust an alpinem Lebensraum wettmachen kann, ist fraglich, weil für eine geschlossene alpine Vegetationsdecke Tausende von Jahren der Bodenbildung fehlen.

Bei Schmetterlingen, die wesentlich schneller als Pflanzen auf Klimaänderungen reagieren, konnte ein landesweiter Rückgang der Artenvielfalt bei kältezeigenden Arten und eine Zunahme von wärmezeigenden Arten nachgewiesen werden (Abb. 9). Daten der Tagfalter-Erhebung

des Biodiversitätsmonitorings Schweiz zeigen, dass die Bestände jener Arten, die auf Lebensräume der subalpinen und alpinen Stufe spezialisiert sind, stellenweise abgenommen haben (→ Roth et al. 2014).

Der Klimawandel hat auch Auswirkungen auf die Vogelwelt. So hat sich die Höhenverbreitung der Brutvögel zwischen den Erhebungsperioden 1993/1996 und 2013/2016 im Durchschnitt um 24 Meter nach oben verschoben (→ Knaus et al. 2018). Alpine Arten wie das Alpenschneehuhn leiden unter der Erwärmung und verzeichnen deutliche Rückgänge.

2.8 Ausbau der erneuerbaren Energien und Schutz der Natur

Vom Ausbau der Wasserkraft kann eine erhebliche Verbesserung beim Klimaschutz erwartet werden. Bei der Stromproduktion aus Wasserkraft wird praktisch kein CO₂ freigesetzt. Zudem ist die erneuerbare Energiequelle in den Berggebieten ein wichtiger Wirtschaftszweig. Allerdings

können entsprechende Massnahmen alpine Lebensräume beeinträchtigen. Bereits heute sind viele alpine Landschaften durch Stauseen, Restwasserstrecken, Schwall-Sunk-Betriebe an Bächen und Flüssen sowie Stromleitungen von der Wasserkraftnutzung geprägt (siehe auch Kapitel 4). Neue Projekte werden teilweise in wenig berührten Landschaften, darunter Gletschervorfeldern und alpinen Schwemmebenen, geplant und gebaut. Hier sind die Zielkonflikte (Natur- und Landschaftsschutz / Stromgewinnung) besonders gross; über die Gewichtung der Interessen entscheidet die Politik. Der Bundesrat hat in seinem indirekten Gegenvorschlag zur Biodiversitätsinitiative festgehalten, dass die Ziele der Energiestrategie 2050 nicht tangiert werden.

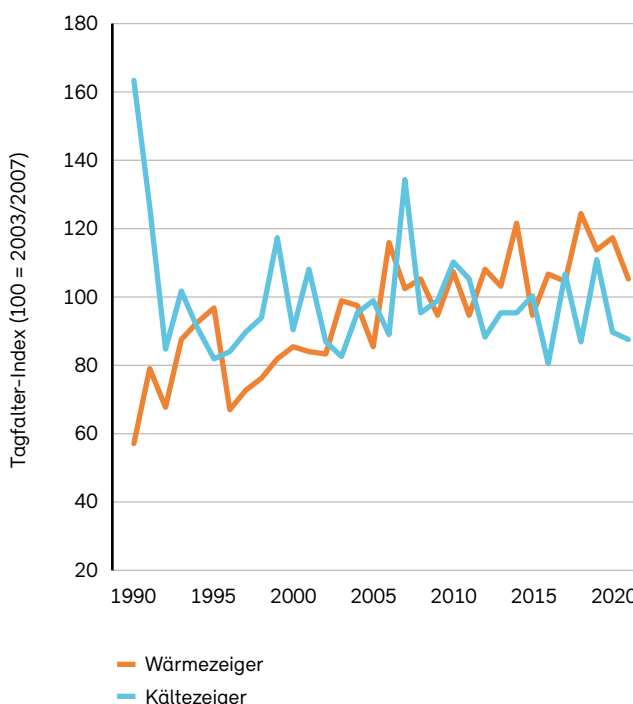
Im Rahmen der Energiestrategie 2050 soll auch die Windenergie besser genutzt werden. Zu den grössten Kritikpunkten bezüglich der Nutzung von Windenergie gehören Beeinträchtigungen von Vögeln und Fledermäusen (Kollision, veränderte Lebensraumnutzung) sowie von Lebensräumen (z. B. nationale oder kantonale

Klimawandel bringt das Artengefüge durcheinander

Biodiversität und Klima beeinflussen sich gegenseitig. Die biologische Vielfalt spielt in vielen klimarelevanten Prozessen eine wichtige Rolle (z. B. Kohlenstoff- und Wasserkreislauf, Absorption der Sonneneinstrahlung) und reguliert so das Klima. Verändert sich die Biodiversität, hat dies Folgen für das Klima. Umgekehrt beeinflusst auch das Klima die Biodiversität (→ Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2015). Positive Wechselwirkungen zwischen Arten können gestört werden, beispielsweise wenn ein warmer Frühling eine Pflanzenart zum Blühen bringt, bevor ihre Bestäuber auftauchen (→ Kehrberger & Holzschuh 2019). Von vielen Arten werden sich zudem die Verbreitungsgebiete verschieben. Nicht alle Arten werden sich neue Lebensräume suchen können, weil ihre jetzigen Lebensräume in einer stark fragmentierten und intensiv genutzten Landschaft liegen und nicht mit der Umgebung vernetzt sind. Während sich mit dem Klimawandel die Lebensbedingungen für viele einheimische Arten verändern, fühlen sich zahlreiche eingeführte und wärmeliebende Arten immer wohler und breiten sich (in Abwesenheit ihrer natürlichen Feinde) aus.

Abb. 9: Entwicklung der Tagfalterarten differenziert nach Wärmezeigern (orange, 46 Arten) und Kältezeigern (blau, 22 Arten)

Der Klimawandel kommt den thermophilen Arten zugute.

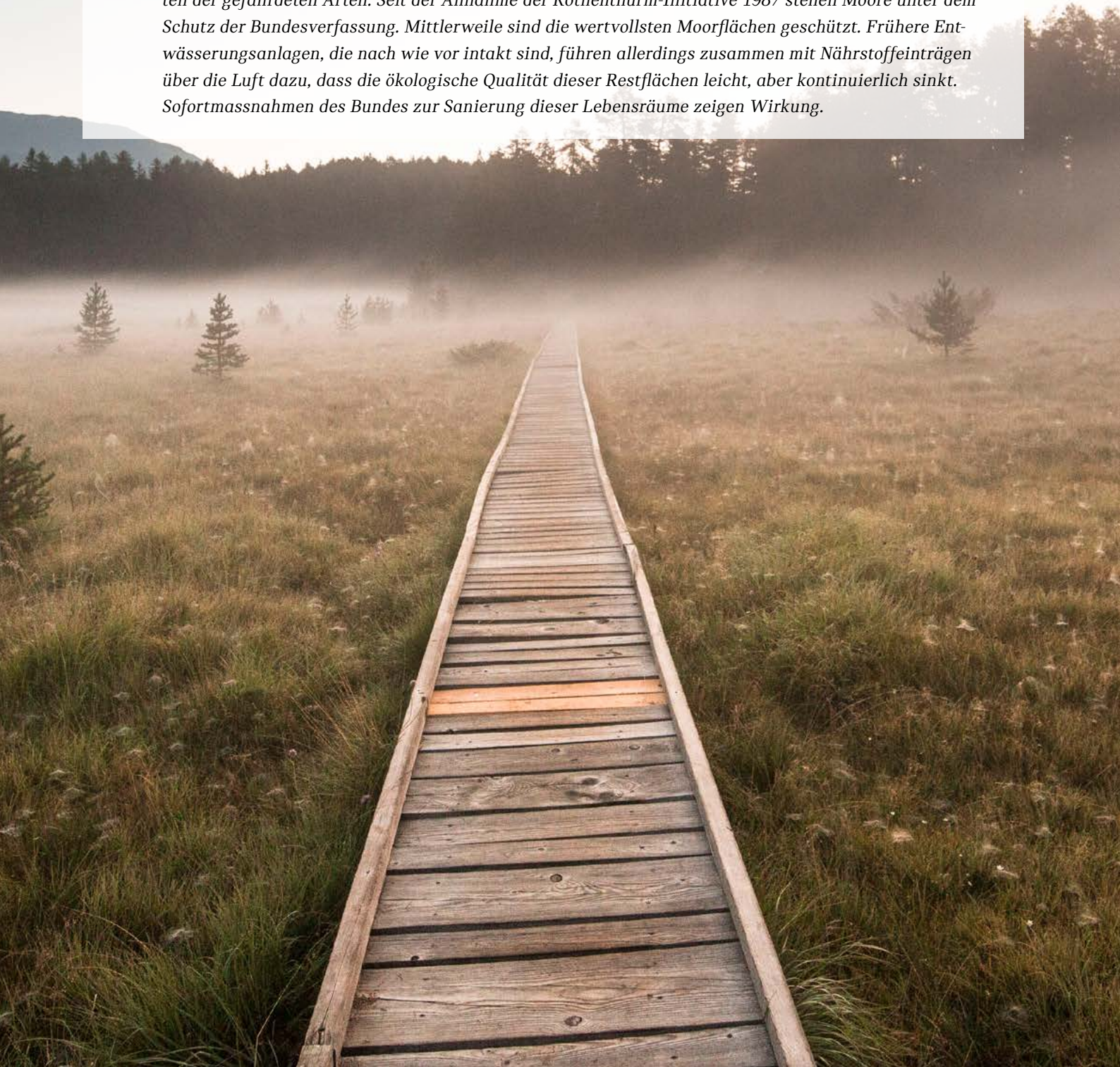


Quelle: BDM & Info fauna

Biotope) und ökologisch wertvollen Landschaften. Der Bund schreibt daher zum Beispiel vor, dass bei der Planung von Anlagen die Auswirkungen auf geschützte Arten (z. B. Vögel und Fledermäuse) und auf geschützte Lebensräume und Landschaften im Rahmen der Richtplanung und Nutzungsplanung (Umweltverträglichkeitsprüfung, UVP) detailliert untersucht werden müssen. Im Konzept Windenergie 2020 signalisiert der Bund dazu seine Interessen und Empfehlungen aus nationaler Sicht (→ ARE 2020).

3 Moore

In Mooren leben hoch spezialisierte Tier-, Pflanzen- und Pilzarten, die sich an den Wasserüberschuss im Boden sowie an die zum Teil extrem nährstoffarmen Verhältnisse angepasst haben und daher nur in diesem Lebensraum vorkommen. Weil in den letzten 200 Jahren die Fläche der Hoch- und Flachmoore durch Torfabbau und Entwässerungen massiv reduziert wurde, stehen viele dieser Arten auf den Roten Listen der gefährdeten Arten. Seit der Annahme der Rothenthurm-Initiative 1987 stehen Moore unter dem Schutz der Bundesverfassung. Mittlerweile sind die wertvollsten Moorflächen geschützt. Frühere Entwässerungsanlagen, die nach wie vor intakt sind, führen allerdings zusammen mit Nährstoffeinträgen über die Luft dazu, dass die ökologische Qualität dieser Restflächen leicht, aber kontinuierlich sinkt. Sofortmassnahmen des Bundes zur Sanierung dieser Lebensräume zeigen Wirkung.



Bedeutung der Moore für den Menschen

Vom Schutz und von der Wiederherstellung von Mooren profitieren nicht nur die darin lebenden hoch spezialisierten und bedrohten Tiere, Pflanzen und Pilze. Torfbildende Moore sind wichtige Kohlenstoffspeicher und tragen zur Regulierung des Klimas bei. Sie haben zudem die Fähigkeit, Regenwasser nach starken Niederschlägen wie ein Schwamm zu speichern und dosiert abzugeben. Dies kann Hochwasserspitzen dämpfen und sorgt für eine ausgeglichene Wasserversorgung der Umgebung. Flachmoore bieten Wasserreserven in Trockenzeiten und übernehmen darüber hinaus Funktionen bei der Reinigung des Grund-, Oberflächen- und Trinkwassers. Für die lokale Bevölkerung sind Moore bedeutende Naherholungsgebiete, Orte der Ruhe und Schönheit sowie Ausflugs- und Wanderziele. Sie sind für den Tourismus eine wertvolle Ressource und stärken insgesamt den ländlichen Raum als attraktiven Wohn-, Wirtschafts- und Freizeitraum (→ Kantone Aargau, Bern und Zürich 2019).

3.1 Wasser prägt den Lebensraum

Moore können überall dort entstehen, wo Böden wasser- gesättigt sind. Im und auf dem nassen Boden ist der Abbau der Pflanzenreste durch Mikroorganismen gehemmt – und es bilden sich organische Ablagerungen bis hin zu Torf. Nur spezialisierten Arten ist es möglich, die luft- und meist sauerstoffarmen Böden zu besiedeln. Je nach Entstehungs- geschichte, Beziehung zum Grundwasser, Oberflächenform, Nährstoffgehalt des Wassers und Vegetationstyp wird zwischen Hoch- und Flachmoor unterschieden.

3.2 Hochmoore: Bedrohte Reste der Urlandschaft

Bei den Hochmooren wächst die vor allem aus Torf- moosen bestehende Vegetation immer weiter in die Höhe, bis sie irgendwann über dem Wasserspiegel liegt und von Regenwasser gespeist wird. Weil Regenwasser praktisch frei von Nährstoffen ist, gehören Hochmoore zu den nährstoffärmsten Lebensräumen Mitteleuropas. Bedingt durch die Nässe und die Nährstoffarmut sowie das saure Milieu wachsen im Zentrum natürlicher Hochmoore keine Bäume. Stattdessen leben hier hoch spezialisierte Tier- und Pflanzenarten (z. B. der fleischfressende Sonnentau). Diese Arten können in der Schweiz nur dann überleben, wenn die Hochmoore erhalten bleiben.

In praktisch jedem Hochmoor des Mittellandes und des Juras haben die Menschen zeitweise Torf gestochen. Viele Hochmoore wurden fast oder vollständig abgetorft und

anschliessend land- oder waldwirtschaftlich genutzt. Von den ursprünglich rund 10 000 Hektaren Hochmoorfläche sind nur noch 1567 Hektaren übrig geblieben, die alle als Hoch- und Übergangsmoore von nationaler Bedeutung streng geschützt sind (ca. 0,04 % der Landesfläche) (→ Grünig et al. 1986). Von der verbliebenen Hochmoorfläche sind zwei Drittel in einem degradierten Zustand. Nur ein Drittel kann als naturnah bezeichnet werden (→ Grünig 1994).

Früher angelegte und noch aktive Entwässerungsgräben stören den Wasserhaushalt. Obwohl die Hochmoorflächen geschützt sind, verlieren sie dadurch laufend an ökologi- scher Qualität. So hat die WBS des Bundes festgestellt, dass Hochmoore von nationaler Bedeutung zwischen Mitte der 1990er-Jahre und 2017 trockener wurden (→ Bergamini et al. 2019b). Die Daten des laufenden WBS- Datenerhebungszyklus (2018–2023) weisen auf Trends in die gleiche Richtung hin (→ Bergamini et al. 2022). Das Schutz- ziel für die Hochmoore («die Objekte müssen ungeschmälert erhalten werden»), das in der entsprechenden Verordnung festgehalten ist, wird nicht erfüllt. Längerfristig dürfte neben den Entwässerungsanlagen auch der Klimawandel mit heissen und trockenen Sommern zu dieser Entwicklung beitragen.

Hochmoore wurden nicht nur trockener, sondern zwischen Mitte der 1990er-Jahre und 2017 auch nährstoffreicher (→ Bergamini et al. 2019a). Diese Entwicklung ist negativ zu bewerten, weil so die dort lebenden, an extreme Nährstoffarmut angepassten Pflanzen langfristig durch Arten mit höherem Nährstoffbedarf verdrängt werden. Die Nährstoffe stammen aus der Luft (siehe Kap. 6)

sowie dem trockengefallenen Torf, der unter Lufteinfluss abgebaut wird. Die Daten des laufenden Erhebungszyklus (2018–2023) deuten auf einen Trend zur Stabilisierung hin (→ Bergamini et al. 2022).

Aufgrund der abnehmenden Feuchtigkeit und der Nährstoff-übersversorgung dringen Büsche und Bäume in die offenen Hochmoorflächen vor. Die Bedeckung durch Gehölze in den Hochmooren hat seit 1997 jedes Jahr um 0,2 % zugenommen (→ Bergamini et al. 2019a).

Regional gibt es allerdings Unterschiede bei der Verbuschung. Während die Gehölzbedeckung in Hochmooren des Juras und der westlichen und östlichen Zentralalpen zugenommen hat, sank sie im Mittelland. Abnahmen sind ein Hinweis auf Renaturierungsmassnahmen, Entbuschungen und Biotoppflege.

Verglichen mit Hochmooren in Nordeuropa sind die verbliebenen Schweizer Hochmoore mit einer Durchschnittsgrösse von drei Hektaren relativ klein. Im Verhältnis zur Fläche weisen sie eine grosse Kontaktzone auf, weshalb negative Einflüsse von aussen wie Nährstoffeinträge von angrenzenden Flächen häufig auftreten.

3.3 Sinkende Qualität auch in den Flachmooren

Als der Mensch sesshaft wurde und zunehmend Wald rodete, entwickelten sich auf entwaldeten und nicht vollständig entwässerten Flächen weitere Feuchtgebiete: die landwirtschaftlich genutzten Flachmoore. Flachmoore werden im Gegensatz zu den Hochmooren nicht allein durch das Regenwasser nass gehalten, sondern auch durch Grundwasser, Hangwasser oder zeitweise Überflutungen. Weil dieses Wasser mineralhaltig ist, sind Flachmoore nährstoffreicher als Hochmoore. Zu den Flachmooren werden auch feuchte Lebensräume gezählt, in denen keine deutliche Torfschicht vorhanden ist oder keine Torfakkumulation stattfindet.

Nur 10 % der Schweizer Flachmoore sind von Natur aus waldfrei (→ Haab 1991). Dazu gehören beispielsweise Schilfbestände entlang von Seen und Altarmen sowie Flachmoore oberhalb der Waldgrenze. Die restliche Fläche

war ursprünglich mit Bäumen und Gebüsch bestockt auf feuchtem bis nassem Untergrund. Erst die Rodung und die anschliessende Mahd für Stalleinstreu und Heu haben zur Entstehung von gehölzfreien Flachmooren geführt (→ Klaus 2007).

Flachmoore waren deutlich weiter verbreitet als Hochmoore. Sie bedeckten im frühen Mittelalter ca. 6 % der Landesfläche (250 000 ha) (→ Grünig 2007). Äcker mit fast schwarzem Boden sowie Flurnamen mit «Moos» oder «Riet» weisen auf die ehemals weite Verbreitung der Moore hin (→ Müller & Gimmi 2018).

Ohne Torfmoose kein Moor

In der Schweiz kommen 1100 Moosarten vor. Das sind zwei Drittel aller europäischen Moosarten. Ein besonders wichtiger Lebensraum für viele Moose sind Hoch- und Flachmoore. Torfmoose (*Sphagnum*) sind sogar die Baumeister der Hochmoore. An ihrer Spitze wachsen sie stetig in die Höhe, während die unteren Teile aufgrund von Lichtmangel absterben. Im wasser-gesättigten Boden unter Luftabschluss werden diese nicht zersetzt, sondern zu Torf verfestigt.

Torfmoose sind massgeblich für wichtige Ökosystemfunktionen verantwortlich (z. B. Kohlenstoff- und Wasserspeicherung, Nährstofffilter). Von den 33 *Sphagnum*-Arten, die in der Schweiz leben, konnten in der WBS 27 nachgewiesen werden. Die meisten dieser Arten kommen ausschliesslich in Hochmooren vor.

Eigentlich sollten in nahezu allen Untersuchungsflächen, die in Hochmooren liegen, Torfmoose vorkommen. Doch die WBS zeigt nun, dass in fast einem Fünftel der Flächen kein einziges Torfmoos wächst (→ Bergamini et al. 2020). Hinzu kommt, dass die Deckung in den Hochmooren im Durchschnitt lediglich 43 % beträgt; ein Drittel der Untersuchungsflächen in Hochmooren weist sogar eine Deckung von weniger als 10 % auf. In wachsenden, natürlichen Hochmooren würde man mehr als 80 % Deckung mit Torfmoosen erwarten. Die Resultate sind ein weiterer Hinweis auf den schlechten ökologischen Zustand vieler Hochmoore.

Die Aussterbeschuld im Auge behalten

Wird der Grossteil eines Moores durch Entwässerungsgräben und Abtorfung zerstört, sterben viele Tier-, Pflanzen- und Pilzarten sofort aus (A in Abb. 10). Andere können sich zwar in dem veränderten Lebensraum halten, pflanzen sich aber immer seltener oder kaum noch fort. In den folgenden Jahren und Jahrzehnten sterben diese Arten aus. Dieser Prozess dauert so lange an, bis sich ein neues Gleichgewicht zwischen dem degenerierten Lebensraum und der Anzahl potenziell vorkommender Arten eingestellt hat (B in Abb. 10). Die zeitliche Verzögerung des Aussterbens wird als Aussterbeschuld bezeichnet und definiert jene Anzahl Arten, die nach einer Lebensraumveränderung mittel- bis langfristig verschwinden werden (→ Holderegger 2018). Lange Zeit war dieses Aussterben für Beobachter unerklärlich, weil sich Grösse und Qualität der Lebensraumreste kaum verschlechtert haben. Doch die Artenzahlen nach einer Lebensraumveränderung trügen: Arten werden auch in Zukunft so lange aussterben, bis sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat bzw. die Aussterbeschuld abbezahlt ist.

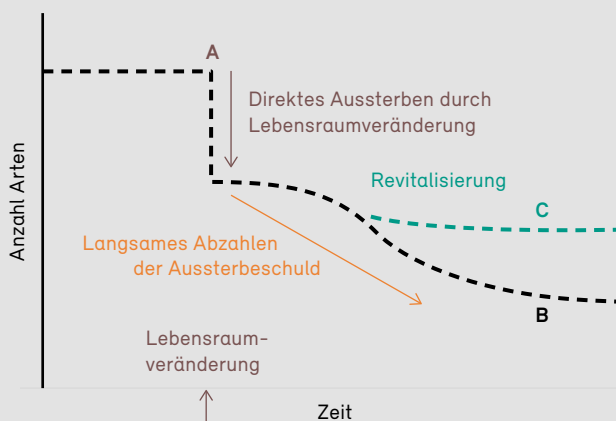
Viele Untersuchungen zeigen, dass das Phänomen der Aussterbeschuld weit verbreitet ist und in allen Lebensräumen auftritt. Das gilt auch für die Schweiz, in der fast alle Lebensräume in den vergangenen 150 Jahren grosse qualitative und quantitative Verluste erlitten haben und die verbliebenen Flächen deutlich schlechter untereinander vernetzt sind. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass ohne Gegenmassnahmen viele kleine Vorkommen von Arten in Zukunft lokal verschwinden werden. Um solche Verluste sichtbar zu machen, sind Monitoringprogramme wie die WBS unerlässlich (S. 18).

Auch für die Feuchtgebiete im Kanton Zürich haben Forschende eine solche Aussterbeschuld, also das verzögerte Aussterben von Populationen nach der Verschlechterung ihrer Lebensraumqualität, nachgewiesen (→ Jamin et al. 2019). Die Resultate zeigen, dass in den Zürcher Mooren Pflanzenarten leben, welche trotz ungünstigen Lebensraumbedingungen lokal noch nicht

ausgestorben sind. Meist handelt es sich dabei um ausgewiesene Feuchtgebietspezialisten. Viele davon werden in den nächsten Jahrzehnten verschwinden. Es gibt aber auch eine gute Nachricht: Der Aussterbeschuld kann entgegen gewirkt werden. Mit gezielten Sofortmassnahmen lässt sich ein weiteres Aussterben der betroffenen Arten verhindern (C in Abb. 10). Es gilt, die ökologische Qualität der verbliebenen Feuchtgebiete deutlich zu erhöhen, neue Feuchtgebietsflächen zu schaffen und die Vernetzung zu verbessern.

Abb. 10: Veränderung eines Lebensraums

Nach der Veränderung eines Lebensraums sterben viele Arten sofort aus (A). Dazu gehören vor allem störungsanfällige Arten mit einem grossen Aktionsradius wie das Auerhuhn. Nach und nach verschwinden aber weitere Arten, für die der Lebensraum keine Existenzgrundlage mehr ist (B). In Hochmooren sind das bspw. hoch spezialisierte Pilzarten, die nur die wassergefüllten Schlenken besiedeln, welche nach Entwässerungsmassnahmen trockenfallen. Dieser Arten-Überhang wird als Aussterbeschuld bezeichnet. Das Abbezahlen der Aussterbeschuld kann verhindert werden, indem die Lebensraumqualität erhöht, die angrenzende Fläche renaturiert und die Vernetzung mit benachbarten Flächen des gleichen Lebensraums erhöht wird (C).



Quelle: Holderegger 2018

Der Rückgang der Flachmoore setzte im 19. Jahrhundert ein, als die grösseren Flüsse eingedämmt, begradigt oder umgeleitet wurden. Im Zuge dieser Arbeiten wurden auch die dazugehörigen Feuchtgebiete trockengelegt. Ziel war die Gewinnung von ertragreichen Wiesen, Weiden und Ackerflächen.

Rund 90 % der Flachmoore wurden so umgewandelt. Das Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung umfasst zwar 1171 Objekte, die aber weniger als 20 000 Hektaren bedecken (ca. 0,5 % der Landesfläche). Hinzu kommen Flachmoore von regionaler und lokaler Bedeutung sowie ungeschützte Restgebiete, die zum Teil nur wenige Aren Land bedecken.

Nicht nur der absolute Rückgang der Moorflächen ist ökologisch relevant, sondern auch die Grösse der verbliebenen Objekte und ihre Lage zueinander. Forschende sprechen von einem eigentlichen Zerfall des Feuchtgebietsnetzwerkes der Schweiz seit 1850 (→ Müller & Gimmi 2018). Die Isolation der Flächen führt zusammen mit den geringen Objektgrössen zu einer sinkenden Artenvielfalt (siehe Box S. 33).

Wie bei den Hochmooren hat sich die ökologische Qualität der Flachmoore zwischen 1997 und 2017 verschlechtert (→ Bergamini et al. 2019b). So sank die mittlere Feuchtigkeit zwischen 1997 und 2017 infolge des gestörten Wasserhaushalts leicht, aber signifikant. Im selben Zeitraum hat auch der Anteil der Arten, die auf diese Lebensräume spezialisiert sind, abgenommen. Unter Berücksichtigung der Daten aus dem laufenden Erhebungszyklus (2018–2023) scheint sich dieser Trend auch zu bestätigen (→ Bergamini et al. 2022).

Luftbildvergleiche zeigen eine leichte Zunahme der Gehölzbedeckung in allen Regionen. Im Mittelland sind diese gering, auf der Alpensüdflanke, im Jura und in den westlichen Zentralalpen dagegen deutlich stärker, was auf eine Nutzungsaufgabe oder eine unzureichende Biotop-pflege in diesen Regionen hinweist.

3.4 Renaturierungen sind wirksam

In der Regel lässt sich die Entwässerung eines Moores durch Wiedervernässung umkehren. Die Wiederherstellung

des mooreigenen Wasserhaushalts ist die Voraussetzung für das Wachstum der Torfmoose. Dazu werden Entwässerungsgräben und -rinnen zugeschüttet oder mit Dämmen aufgestaut (→ Grosvernier & Staubli 2009, BAFU 2012b). Begleitend sind Massnahmen zur Verhinderung des Nährstoffeintrages und zur Entbuschung zu ergreifen. Gleichzeitig muss der grossräumige Wasserhaushalt der verbliebenen Moore sichergestellt werden, beispielsweise mit hydrologischen Pufferzonen (siehe unten).

In der Schweiz laufen zurzeit viele Hochmoor-Regenerationsprojekte, die von den Kantonen durchgeführt und vom Bund mitfinanziert werden. Seit die 2017 vom Bundesrat beschlossenen Sofortmassnahmen des Aktionsplans der Strategie Biodiversität Schweiz in Kraft getreten sind, steigt die Zahl dieser Projekte (siehe Kap. 8). Erfolgskontrollen zeigen, dass dadurch moortypische Arten gefördert werden (→ BAFU 2019c, BAFU 2020f). Im Rahmen der WBS konnten zudem erste positive Entwicklungen festgestellt werden, die auf solche Renaturierungsmassnahmen zurückzuführen sind. So nahm in den Hochmooren des Mittellands die Gehölzbedeckung in den letzten Jahren ab (Abb. 11).

3.5 Einfluss der Umgebung auf die Moore

Um die Biodiversität in Mooren zu erhalten und zu fördern, reicht es nicht, nur den eigentlichen Moorperimeter zu betrachten. Denn die Einflüsse aus der Umgebung können erheblich sein. Das gilt sowohl für den Nährstoffeintrag aus angrenzenden, intensiv bewirtschafteten Flächen als auch für Störungen des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet und die direkte Störung der Fauna durch menschliche Einflüsse. Die Hoch- und Flachmoorverordnung verlangt daher für Moore von nationaler Bedeutung die Ausscheidung ökologisch ausreichender Pufferzonen (Art. 3 Abs. 1).

Nährstoffpufferzonen: Nährstoffe können nicht nur durch die Luft oder mit dem Grundwasser in Moore gelangen, sondern auch seitlich aus landwirtschaftlichen Kulturen. Die Breite der Nährstoffpufferzonen bei Mooren beträgt 20 bis 40 Meter und richtet sich vor allem nach der aktuellen Nutzung der angrenzenden Flächen, der Geländeneigung zum Moor und der Durchlässigkeit der Böden. Die Pufferzonen schützen die Moore nachweislich vor unerwünschten

Nährstoffeinträgen (→ Bergamini 2018). Trotz gesetzlicher Vorgabe sind sie allerdings bei vielen Mooren noch nicht umgesetzt. Umfragen bei den Kantonen haben ergeben, dass rund ein Viertel der Hoch- und Flachmoore noch nicht über ausreichende Pufferzonen verfügt. Bei einem weiteren Viertel der Moore ist der Stand der Umsetzung bei den Pufferzonen nicht bekannt (→ BAFU 2022e).

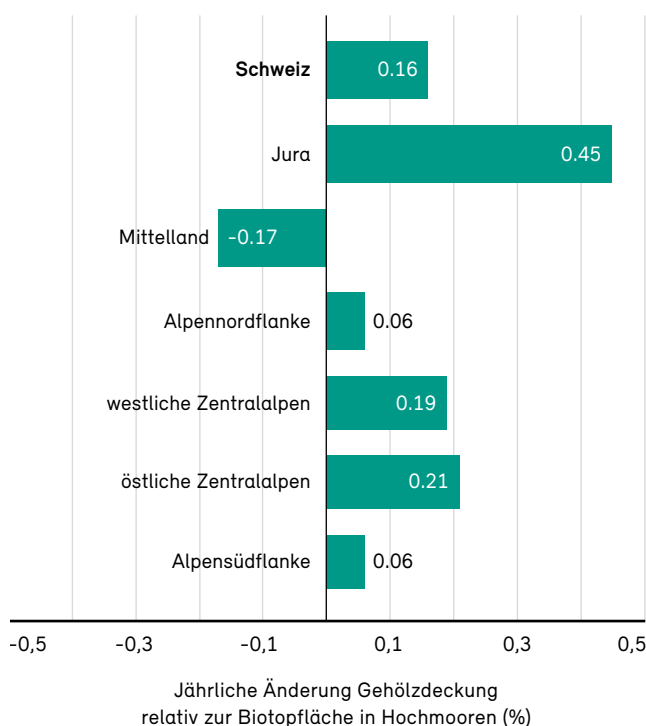
Hydrologische Pufferzonen: Flachmoore und zum Teil auch degenerierte Hochmoore werden mit Oberflächen- und Grundwasser aus der Umgebung versorgt. Veränderungen in der Umgebung und dem ganzen Einzugsgebiet (z. B. neue oder sanierte Strassen und Gebäude, die Verlegung von unterirdischen Leitungen) können massive Auswirkungen auf den ökologischen Zustand der Moore haben. Daten der Wirkungskontrolle haben nachgewiesen,

dass bestehende Strassen und Wege im hydrologischen Einzugsgebiet die Qualität und die Menge des Wassers in Mooren stark beeinflussen (→ Küchler 2018). Um Moore langfristig zu erhalten, muss daher nicht nur der Wasserhaushalt im Moor selbst wiederhergestellt werden, sondern auch die nötige Menge und Qualität aus der Umgebung der Moore sichergestellt sein. Das BAFU wird daher in den kommenden Jahren die hydrologischen Einzugsgebiete der Moore von nationaler Bedeutung nach der Methode «espace marais» bestimmen lassen und dieses wichtige Grundlagenwissen den Kantonen bereitstellen.

Störungspufferzonen: Weitere Randeffekte, welche die Qualität des Lebensraums beeinträchtigen, stammen von angrenzenden Wohn- und Gewerbebezonen sowie von Wegen und Strassen. Hier ist die Einrichtung einer Störungspufferzone wichtig. Potenziell relevante Störungen entstehen u. a. durch Licht, Lärm, Katzen und Hunde.

Abb. 11: Jährliche Änderung Gehölzdeckung in Hochmooren nach Regionen

Während die Gehölzbedeckung in Hochmooren des Juras und der westlichen und östlichen Zentralalpen zugenommen hat, sank sie im Mittelland. Zunahmen deuten auf gestörte Feuchtigkeitsverhältnisse und Nährstoffeinträge in Hochmooren hin, Abnahmen hingegen auf Renaturierungsmassnahmen und Biotoppflege (→ Bergamini et al. 2019a).



Quelle: WBS

3.6 Moorschutz ist Klimaschutz

Durch die permanente Nässe enthalten torfbildende Moore organisches Material in grossen Mengen und unter Luftabschluss. Da der Atmosphäre laufend das klimarelevante Gas CO₂ entzogen wird, wirken sich Moore positiv auf die Bemühungen im Kampf gegen die Klimaveränderung aus. Global machen die Moore zwar nur 3 % der Landoberfläche aus, sie speichern aber 30 % des terrestrischen Kohlenstoffs – also mehr als alle Wälder. Dieser Faktor 10 gilt auch für die Schweiz, wo die kleine noch vorhandene Fläche an Moorböden im Torf so viel Kohlenstoff speichert wie alle Ackerböden zusammen (→ BAFU 2018a). Die heute zum Teil intensiv genutzten und entwässerten Moorböden lösen sich regelrecht in Luft auf und tragen zum Treibhauseffekt bei. Ohne Nutzungsänderung wird der noch vorhandene Kohlenstoffvorrat in genutzten organischen Böden in spätestens 200 Jahren vollständig oxidiert sein. Die für das nationale Treibhausgasinventar erhobenen Schätzungen gehen davon aus, dass die Emissionen aus entwässerten Moorböden etwa 14 % der jährlichen landwirtschaftlichen Treibhausgas-Emissionen entsprechen. Eine Wiedervernässung bzw. Renaturierung von kultivierten Mooren und Feuchtstandorten bietet Potenzial zur Minderung von Treibhausgasemissionen.

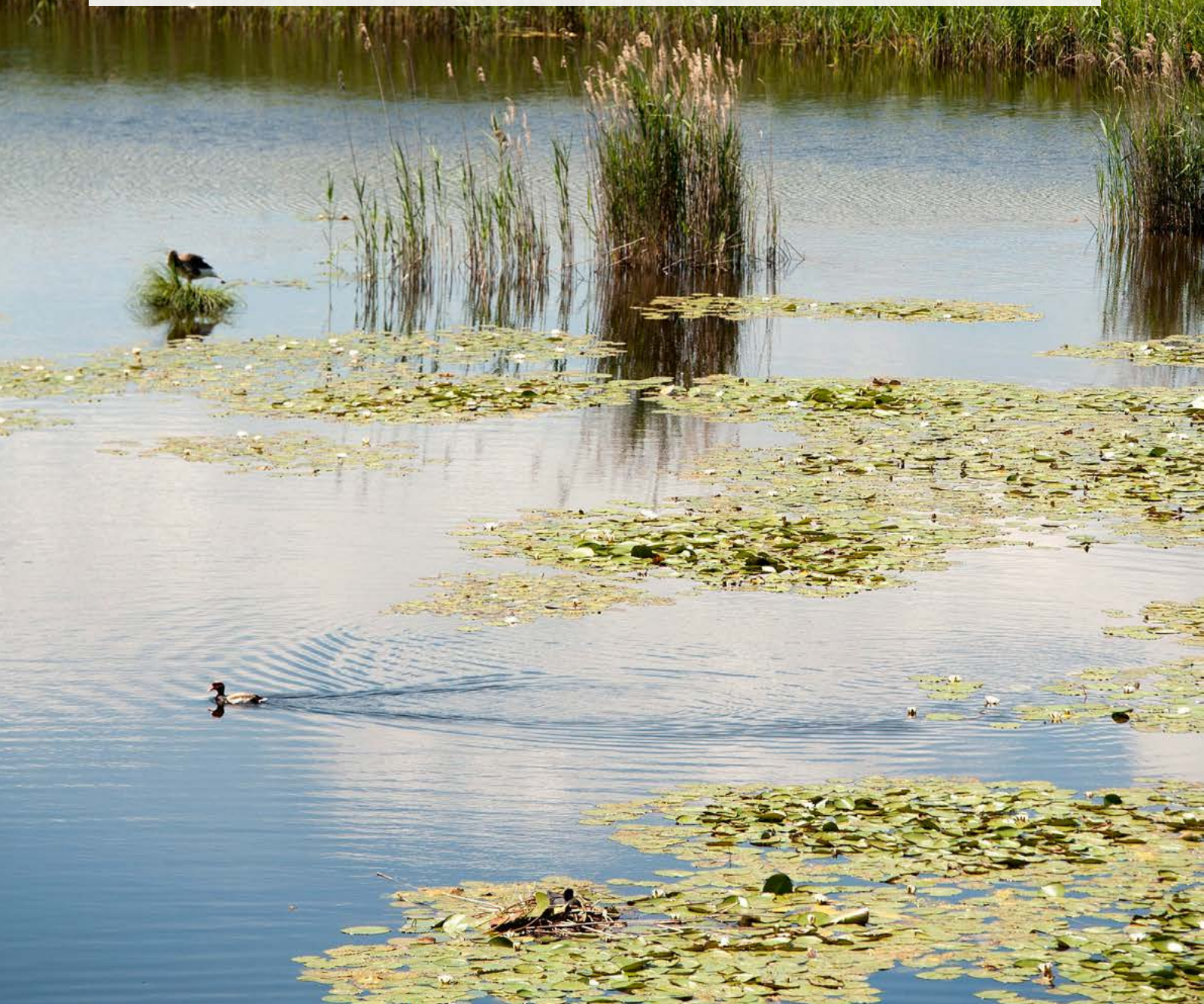
Torfverbrauch in der Hobbygärtnerei sinkt

Der Abbau von Torf trägt zum Klimawandel bei und wirkt sich negativ auf die Biodiversität aus. In der Schweiz ist der Abbau von Torf verboten. Jährlich werden aber rund 500 000 m³ Torf importiert. Um die Zerstörung von Mooren auch im Ausland zu verhindern, hat der Bundesrat 2012 das Torfausstiegskonzept verabschiedet. In einer ersten Phase sollen die Branchen mit freiwilligen Massnahmen aktiv werden.

Es zeigen sich erste Erfolge: In den Sackerden für Hobbygärtnerinnen und -gärtner wurde der Anteil von Torf zwischen 2016 und 2020 von 16 auf 4 % reduziert. Das zeigt: Die Absichtserklärung der Detailhändler und Erdenproduzenten zur Reduktion von Torf aus dem Jahr 2017 wirkt. Per Ende 2030 soll auch der Torfanteil in der Produktion von Zier- und Zimmerpflanzen, Stauden und Zierhölzern auf 5 % sinken.

4 Gewässer

In natürlichem Zustand bieten Fliess- und Stillgewässer vielfältige Lebensräume für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten und sind wichtige Vernetzungselemente. Doch viele dieser Lebensräume sind heute stark beeinträchtigt. In den letzten 150 Jahren wurde ein Grossteil unserer Bäche, Flüsse und Seen verbaut und 90% der Feuchtgebiete und Kleingewässer trockengelegt. Auch die intensive Nutzung der Wasserkraft sowie Mikroverunreinigungen aus Siedlungen und Landwirtschaft beeinträchtigen die Gewässer. Auf vielen Strecken sind die Abflüsse geregelt und die Wanderungen der Fische und anderer Lebewesen durch künstliche Hindernisse beeinträchtigt. Das Gewässerschutzgesetz verlangt die Wiederherstellung von naturnahen Bächen, Flüssen und Seen. Grosser Handlungsbedarf besteht zudem bei der Revitalisierung von Quellen und der Erstellung eines funktionsfähigen Netzwerkes aus Kleingewässern.



Bedeutung der Gewässer für den Menschen

Naturnahe Flüsse, Bäche, Kleingewässer und Seen sind wichtige Elemente einer attraktiven Landschaft. Hier kann sich die Bevölkerung entspannen und erholen. Eine Umgestaltung kanalisierter Gewässer wird daher von der Bevölkerung stark unterstützt (→ Arnold et al. 2009). Gewässer spielen auch im Tourismus eine entscheidende Rolle. Naturnahe Gewässer sind zudem von zentraler Bedeutung für den Abbau von Schadstoffen, für die Grundwasserreinigung, den Hochwasserschutz und die Regulation des Geschiebehaushalts.

4.1 Eng verzahnte Lebensräume

Natürliche Fließgewässer bieten ein Mosaik aus schnell fließenden Strecken, sandigen Buchten, Kiesbänken, Ufern und stehenden Altarmen. Natürlicherweise werden die meisten grösseren Gewässer in Talgebieten von Auenwäldern und Feuchtwiesen mit Tümpeln im Überschwemmungs- oder im Schwankungsbereich des Grundwassers flankiert. Viele Tierarten benötigen das enge Nebeneinander der verschiedenen Gewässerlebensräume; je nach Jahreszeit oder Lebensphase, manchmal sogar im Verlauf eines Tages, nutzen sie einen anderen Bereich.

Besonders artenreich sind die Auen: Im Übergangsbereich zwischen Land und Wasser ist das fließende Wasser die landschaftsformende Kraft. Hochwasser und Perioden der Trockenheit, Erosion und Sedimentation erzeugen eine aussergewöhnliche Vielfalt an Lebensräumen, die von rund 40 % der heimischen Pflanzenarten und von 84 % unserer Tierarten genutzt werden (→ Rust-Dubié et al. 2006). Natürliche Ufer bieten nicht nur wertvolle Habitate, sie sind auch wichtige Verbindungselemente zwischen der Welt des Wassers und den Landlebensräumen im Einzugsgebiet der Gewässer. Viele Tierarten nutzen sowohl die Gewässer als auch die Landlebensräume; sie bewegen sich ständig zwischen diesen Welten hin und her.

4.2 Das Ende der natürlichen Gewässerdynamik

Die Ausdehnung der Gewässer- und Uferlebensräume ist in den letzten 150 Jahren massiv zurückgegangen. Im 19. und frühen 20. Jahrhundert wurden schweizweit zahlreiche Gewässerkorrekturen durchgeführt. Ziel war der Hochwasserschutz und die Landgewinnung für eine stark wachsende Bevölkerung. Für die Menschen war die natürliche Dynamik

der Gewässer nicht nur bedrohlich, sondern auch lästig. Bäche und Flüsse im Naturzustand verändern sich ständig. Sie nagen am Ufer und reissen Kulturland mit sich; sie brechen aus dem alten Bachbett aus und schaffen sich ein neues oder lagern die mitgeschleppten Gesteinsmassen auf dem Kulturland ab. Unbeliebt war auch die enge Verzahnung der Gewässer mit dem Umland in Form von Feuchtgebieten. Die Verbauung der Flüsse und Seen ermöglichte es, dieses Land mittels Gräben trockenzulegen und landwirtschaftlich zu nutzen.

Infolge der gesunkenen Grundwasserspiegel verschwanden unzählige, für die Biodiversität wertvolle Kleingewässer. Überall im Land wurden im Zuge von Meliorationen Feuchtgebiete drainiert, Tümpel und Weiher zugeschüttet und sporadisch mit Wasser gefüllte Mulden eingeebnet. Man betrachtete diese oft als «Landschäden», die es zu beheben galt. Damit wurden aber auch Lebensräume von Amphibien- und Libellenarten zerstört, die auf temporär austrocknende Tümpel angewiesen sind.

4.3 Intensive Nutzung der Gewässer

Ab Ende des 19. Jahrhunderts entstanden an den grossen Flüssen und in den Gebirgstälern die ersten Kraftwerke zur Produktion elektrischer Energie, die bald um Hunderte weiterer Anlagen ergänzt wurden. 2020 waren in der Schweiz 682 Wasserkraftwerke in Betrieb, die 50 bis 60 % des hierzulande produzierten Stroms liefern (→ BFE 2022). Energie aus Wasserkraft hat ökologische Vorteile, aber auch negative Auswirkungen auf die Gewässerökologie: Laufkraftwerke verwandeln Flüsse und Bäche in eine Abfolge von Seen. Wehre und Dämme stellen Hindernisse für Fische dar und halten Gesteinsmaterial zurück. Und auf den teils mehrere Kilometer langen Strecken zwischen der Wasserentnahme

und der Wasserrückgabe verbleibt oft nur ein Bruchteil des natürlichen Abflusses.

Unsere Gewässer nutzen wir auch zur Gewinnung von Trink- und Brauchwasser für die Landwirtschaft, das Gewerbe, die Industrie und den Tourismus. Neben Seen, Flüssen und dem Grundwasser zapft man seit Jahrhunderten auch Quellen an. Rund 40 % des hierzulande produzierten Trinkwassers und 50 % des Bewässerungswassers stammen aus Quellen (→ BAFU 2012a). Ihre Fassung geht allerdings mit ökologischen Verlusten einher.

4.4 Quellen

Kaum ein Lebensraum hat derart grosse Verluste erlitten wie die Quellen. Schon 1880 waren im Mittelland mehr als die Hälfte aller Quellen eingedolt (→ Zollhöfer 1997). Die Intensivierung der Landwirtschaft, die Ausdehnung der Siedlungsflächen und die intensive Nutzung der Quellen für Trink- und Brauchwasser haben in den letzten 140 Jahren zu weiteren Verlusten an natürlichen Offenland-Quellen und ihrer charakteristischen Pflanzen- und Tiergemeinschaft geführt (→ Quellen-Nachrichten 2013). Von den einst allgegenwärtigen Quellen befinden sich im Jura nur noch knapp 20 % und im Mittelland lediglich ca. 1,2 % in einem natürlichen oder naturnahen Zustand (→ Zollhöfer 1997).

Viele Quellbewohner sind eng an diesen Lebensraum gebunden und können nicht auf andere Lebensräume ausweichen. Der Verlust an intakten Quelllebensräumen kommt in den Roten Listen deutlich zum Ausdruck: Rund 70 % der Quellbewohner sind darin aufgeführt (→ Cordillot & Klaus 2011). Durch Trinkwassernutzung, Beschneigungsanlagen, Kraftwerke oder sonstige Bauvorhaben bleibt der Druck auf die letzten intakten Quellen hoch. Der Klimawandel dürfte die Situation zusätzlich verschärfen, insbesondere im Alpenraum. Einerseits wird in den trockenen Sommern der Nutzungsdruck steigen, andererseits drohen die kühlen Quellen der Alpen wärmer zu werden, was die Kältespezialisten unter Druck bringt (→ BAFU 2016). Sie können nicht in höher gelegene Gebiete ausweichen, weil die Zahl der Quellen mit zunehmender Höhe abnimmt. 87 % der untersuchten alpinen Quellen gelten als «stark verletzlich» (→ BAFU 2016).

Bedrohte Gewässerbewohner

Die starke Beeinträchtigung der Gewässer spiegelt sich in den Roten Listen wider. Besonders hohe Anteile an gefährdeten Arten weisen die Zehnfusskrebse (100 %), die Armleuchteralgen (87 %), die Amphibien (79 %) und die Fische/Rundmäuler (65 %) auf. Neun Fischarten gelten als ausgestorben, darunter alle Langdistanzwanderer (Lachs, Meerforelle, Maifisch, Cheppia, Europäischer Stör, Adriatischer Stör, Flussneunauge). Für viele der gefährdeten Fischarten hat sich die Situation seit der Publikation der Roten Liste (2007) verschärft (→ BAFU 2020b). So gilt etwa der Aal nicht mehr als «verletzlich», sondern als «vom Aussterben bedroht», und der Status der Äsche wurde von «verletzlich» zu «stark gefährdet» geändert. Nur gerade für drei Arten, darunter der Karpfen und der Wels, hat sich die Situation verbessert: Statt als «verletzlich» wie bisher gelten sie neu als «potenziell gefährdet».

Die Quelllebensräume der Schweiz sind erst in jüngerer Zeit in den Fokus der Naturschutzpolitik gerückt. Der Bund möchte gemeinsam mit den Kantonen das Wissen über die Lebensräume der Quellen verbessern. Im Rahmen eines 2019 gestarteten Pilotprojekts wird ein nationales Verzeichnis der Quelllebensräume angestrebt. Das BAFU hat dazu eine Anleitung zur systematischen Erhebung der Quelllebensräume erarbeitet, welche die bisherige gewässerökologische Bewertungsmethode durch die naturschutzfachlich ausgerichtete Einstufung in eine nationale, regionale und lokale Bedeutung des Lebensraums ergänzt (→ Küry et al. 2019).

4.5 Fliessgewässer

4.5.1 Verbaut und zerschnitten

Durch Kanalisierungen, harte Uferverbauungen, Schwellen, Stauwehre und Abflussregulierungen haben die Schweizer Fliessgewässer seit Mitte des 19. Jahrhunderts einen Grossteil ihrer natürlichen Lebensraumvielfalt eingebüsst. Rund ein Viertel der Fliessgewässerstrecken sind künstlich, stark beeinträchtigt oder eingedolt (→ BAFU 2006).

Neben Verbauungen beeinträchtigen starke Abflussschwankungen unterhalb von Speicherkraftwerken sowie regulierte Abflüsse unterhalb von Seen oder Flusskraftwerken die Gewässerlebensräume. Nach wie vor werden Bäche und Flüsse zeitweise trockengelegt, weil die Restwasserbestimmungen bei vielen Kraftwerken erst zum Tragen kommen, wenn diese ihre Konzessionen erneuern müssen. Die Vernetzung von unterschiedlichen Habitaten und Populationen ist auf diesen Strecken nicht überall gewährleistet. Zudem trennen rund 100 000 künstliche Hindernisse (Schwellen, Wehre, Dämme, Rampen usw.) die Gewässer in unzählige Teilstücke (Abb. 12) (→ BAFU 2006).

4.5.2 Belastungen durch Mikroverunreinigungen

Die Gewässerverschmutzung durch Gewerbe, Industrie sowie Siedlungen war in den 1960er-Jahren derart gravierend, dass viele Gewässer für tot erklärt wurden. Dank des Baus von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) hat sich die Wasserqualität seit den 1980er-Jahren erheblich verbessert. Heute gelangen wesentlich weniger Nitrat und Phosphor in die Gewässer (→ BAFU 2020e). Die Nährstoffbelastung in kleinen und mittelgrossen Fließgewässern, in die grosse Mengen gereinigtes Abwasser eingeleitet werden oder zahlreiche Nährstoffe aus der Landwirtschaft gelangen, ist allerdings noch immer zu hoch.

Wasseramseln meiden beeinträchtigte Gewässer

Wasseramseln und Gebirgsstelzen sind eng an fließende Gewässer gebunden. Dort ernähren sie sich vornehmlich von kleinen Spinnentieren, Wasserschnecken und Wasserinsekten. Auswertungen von Daten aus dem Schweizer Brutvogelatlas 2013–2016 mit nationalen und kantonalen Monitoringprojekten zu Fließgewässer-Invertebraten (vor allem BDM und NAWA) zeigen, dass die beiden Arten am häufigsten bei jenen Gewässern vorkommen, deren biologischer Zustand aufgrund der vorhandenen Artenvielfalt an Wasserinsekten (Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen) als «sehr gut» gilt (→ Martinez et al. 2020). Die Wasseramsel erweist sich dabei als deutlich anspruchsvoller als die Gebirgsstelze: In Fließgewässern mit unbefriedigender Qualität fehlt sie vollständig.

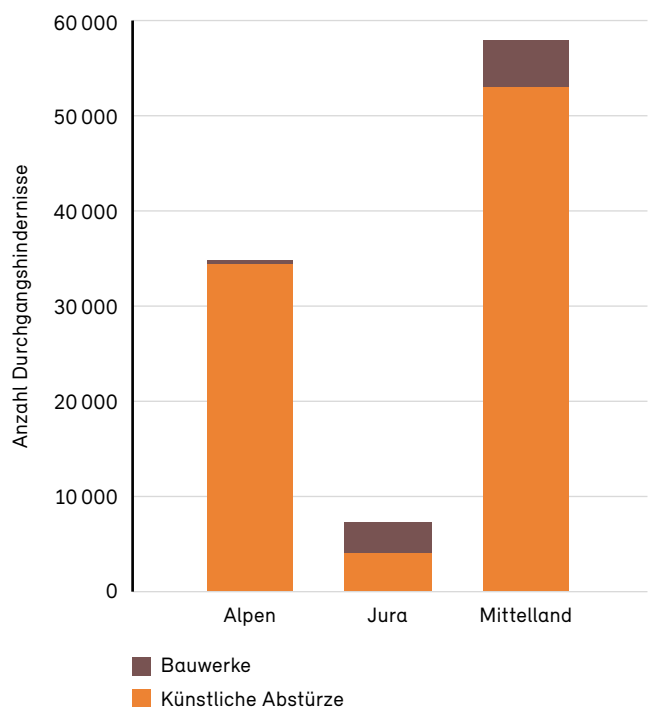
Insbesondere im stark genutzten Mittelland sind die Fließgewässer durch Mikroverunreinigungen (z. B. von Medikamenten, Kosmetika, Bioziden, Pflanzenschutzmitteln) belastet. Diese Stoffe werden in vielen bestehenden ARA ungenügend eliminiert und gelangen über die ARA oder via diffuse Einträge (z. B. aus der Landwirtschaft oder über Regenwasserkanäle) in die Gewässer. Einige dieser Stoffe rufen bereits in tiefen Konzentrationen Schädigungen an Wasserorganismen hervor (→ Gesammelte Fachartikel 2015).

4.5.3 Zu viele Pestizide in kleinen und mittelgrossen Fließgewässern

Vor allem die kleineren Flüsse und Bäche sind mit Pestiziden aus der Landwirtschaft stark belastet. An 21 von 24 NAWA-Messstellen wurden im Jahr 2020 bei kleinen und mittelgrossen Fließgewässern Überschreitungen der ökotoxikologischen Grenzwerte von Pestiziden festgestellt. Bei 18 von 19 untersuchten Substanzen, die in

Abb. 12: Insbesondere im Mittelland teilen künstliche Hindernisse die Bäche und Flüsse in unzählige Teilstücke und behindern die Wanderung von Fischen.

** Gesamtschweizerische Hochrechnung auf Basis von kantonalen Erhebungen*



Quelle: BAFU

der Gewässerschutzverordnung mit ökotoxikologisch basierten Grenzwerten geregelt sind, wurden die Grenzwerte an mindestens einer Messstelle überschritten. Und von den rund 120 analysierten Pestiziden, für die kein ökotoxikologischer Grenzwert besteht, wurden 44 über dem generellen Grenzwert für Pestizide von 0,1 µg/l nachgewiesen – vorwiegend in kleinen und mittelgrossen Fließgewässern. Für 20 dieser rund 120 Pestizide wurden Konzentrationen festgestellt, bei denen eine Beeinträchtigung von Wasserlebewesen nicht ausgeschlossen werden kann. Rund die Hälfte dieser 20 Pestizide ist ausschliesslich als Pflanzenschutzmittel zugelassen (→ BAFU 2022d).

Pestizide sind für Gewässerinsekten (Makrozoobenthos) eine besonders starke Gefährdung. In Gewässern, die einen hohen Anteil an Ackerland, Obstkulturen oder Reben im Einzugsgebiet haben, kommen Arten und Familien, die als besonders empfindlich gelten, nicht mehr vor (Abb. 13). Eine Auswertung von Makrozoobenthos-Daten aus kantonalen und nationalen Programmen an kleinen und mittelgrossen Bächen durch das Wasserforschungsinstitut der ETH (Eawag) bestätigt die starken Auswirkungen der Landwirtschaft. Diese hat den zweitgrössten Einfluss auf die Artenzusammensetzung der Gewässerinsekten in den Bächen (den grössten hat die Temperatur). In den grossen Flüssen hingegen sind hydrologische und morphologische Beeinträchtigungen die Hauptgründe für Defizite bei der Makrozoobenthos-Gesellschaft.

4.5.4 Mangelhafte ökologische Qualität

Untersuchungen zur Vielfalt von Gewässerinsekten im Rahmen des BDM und der NAWA dokumentieren den schlechten Zustand der Schweizer Fließgewässer. In rund 30 % der Fließgewässer muss aufgrund der niedrigen Artenvielfalt die Gewässerqualität als «mangelhaft» beurteilt werden; im Mittelland ist die Qualität gar in rund 40 % aller Fließgewässer «mangelhaft» (→ BAFU 2022d). Demgegenüber weisen viele alpine Gewässer eine gute Qualität auf (Abb. 14). Allerdings deutet die Entwicklung der Gewässerinsekten seit 2010 auf eine zunehmende Verschlechterung in den Voralpen hin.

Die Lebensraumverluste und die mangelhafte ökologische Qualität vieler Flüsse und Bäche zeigen sich auch in den Roten Listen: Rund die Hälfte aller Fließgewässer-Arten sind gefährdet. Selbst viele Fischbestände

von einst weit verbreiteten Arten wie Forelle und Äsche mussten starke Rückgänge hinnehmen. Wurden im Jahr 2000 noch über 80 000 Äschen aus den Schweizer Fließgewässern gezogen, waren es 2019 noch knapp 30 000 (→ BAFU 2019a).

4.5.5 Steigende Temperaturen verändern Artenzusammensetzung

Zu schaffen machen den wärmeempfindlichen Arten in den Fließgewässern auch die steigenden Wassertemperaturen. Im Rhein bei Basel ist die durchschnittliche Temperatur vor allem aufgrund des Klimawandels seit den 1950er-Jahren um 3 °C angestiegen; eine ähnliche Veränderung wird auch in anderen Fließgewässern im Mittelland festgestellt (→ BAFU/NADUF). Die Temperaturänderungen wirken sich auf die Entwicklung und Zusammensetzung der Wasserlebewesen aus. Wärmeliebende Arten profitieren, wärmeempfindliche Arten ziehen sich, wo dies möglich ist, zurück. So hat zum Beispiel die Bachforelle bereits mit einem Rückzug um 100 bis 200 Höhenmeter auf die Temperaturveränderung reagiert (→ BAFU 2012a).

Zahlreiche National Prioritäre Arten der Gewässerfauna (u. a. Eintags-, Stein- und Köcherfliegen, Fische, Muscheln, Stein- und Dohlenkrebse) gelten als wärmeempfindlich. Einer gut ausgebildeten Ufervegetation mit breitem Gehölzstreifen kommt deshalb eine wichtige Bedeutung zu: Sie bringt Schatten und Kühlung, ausserdem dient sie zur Abschirmung von intensiv genutzten Flächen und zur Strukturierung der Landschaft. Bei der Gestaltung der Ufervegetation ist aber auch den besonderen Standortansprüchen wichtiger Arten gehölzfreier Uferbereiche Rechnung zu tragen.

4.5.6 Massnahmen zur Aufwertung der Fließgewässer

Das 2011 revidierte Gewässerschutzgesetz sieht vor, die natürlichen Funktionen der Bäche und Flüsse wiederherzustellen. In den nächsten 80 Jahren sollen Fließgewässer auf einer Länge von 4000 Kilometern aus ihrem engen Korsett befreit und die für das Ökosystem typischen Prozesse wieder in Gang gebracht werden. Zwischen 2011 und 2019 wurden an Fließgewässern 433 Projekte umgesetzt und insgesamt 156 Kilometer revitalisiert (→ BAFU 2021). Das revidierte Gesetz nimmt zudem die Wasserkraftwerke in die Pflicht: Bis 2030 muss deren ökologische Sanierung abgeschlossen sein. Mit baulichen Massnahmen soll nicht nur die Schwall-Sunk-Problematik

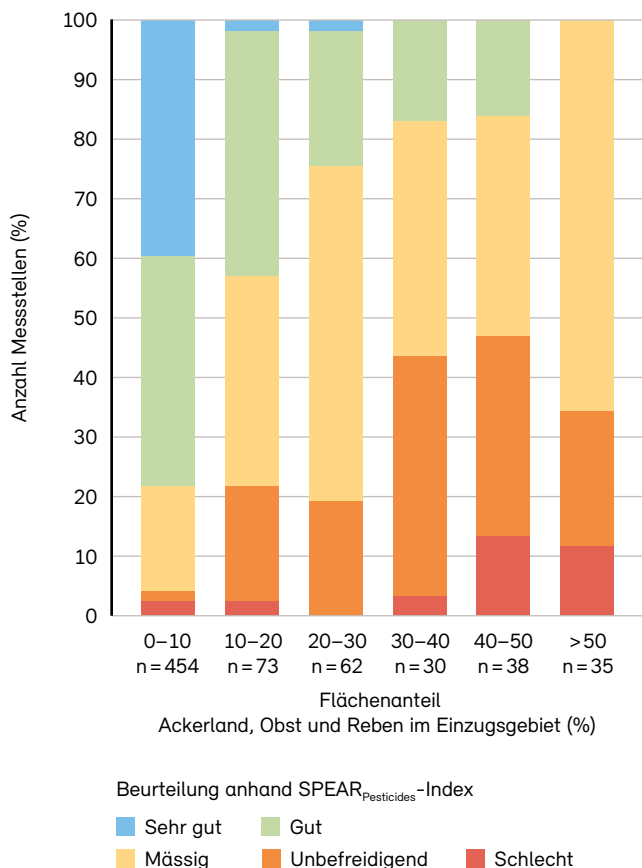
entschärft werden, sondern auch die Durchgängigkeit für Fische und andere Lebewesen sowie für das Geschiebe sichergestellt werden. Diese Massnahmen sind sehr wichtig, um den Biodiversitätsverlust abzubremesen, und sie werden angesichts der schnellen klimatischen Veränderungen immer dringlicher.

Um das Problem der Mikroverunreinigungen zu reduzieren, werden die grössten ARA und solche an belasteten Gewässern sowie im Einzugsgebiet von Seen mit einer vierten Reinigungsstufe ausgerüstet. Dadurch wird die Gesamtbelastung durch Mikroverunreinigungen aus ARA deutlich

sinken. 2017 hat der Bundesrat zudem einen Aktionsplan zur Risikoreduktion und zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) verabschiedet. Dieser umfasst rund 50 Massnahmen und soll die mit PSM verbundenen Risiken halbieren. Aufgrund der parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» hat der Bundesrat im April 2022 ein Verordnungspaket für sauberes Trinkwasser und eine nachhaltigere Landwirtschaft verabschiedet. Ziel ist es, das Risiko beim Einsatz von Pestiziden bis 2027 um 50 % und die Nährstoffverluste in der Landwirtschaft bis 2030 um mindestens 20 % zu reduzieren.

Abb. 13: Je höher der Anteil Ackerland, Obst und Reben im Einzugsgebiet, desto schlechter die Bewertung anhand des SPEAR_{Pesticides}-Index

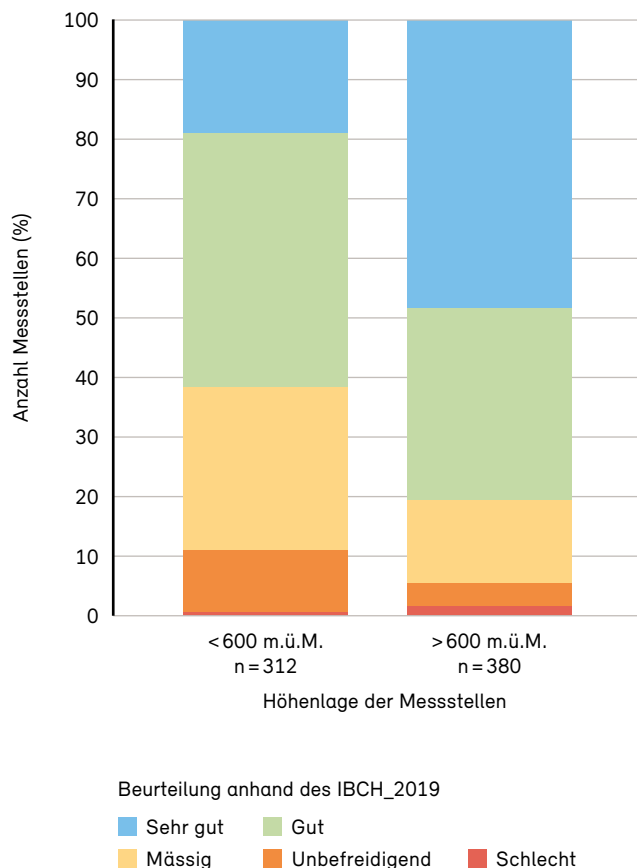
Dargestellt sind jeweils die neusten Daten pro Stelle aus den NAWA- und BDM-Kampagnen.



Quelle: BAFU 2022d

Abb. 14: Viele alpine Gewässer weisen eine gute ökologische Qualität auf.

In den tiefen Lagen (unterhalb von 600 m ü. M.) hingegen ist die Qualität in vielen Gewässern mangelhaft (umfasst die Kategorien «mässig», «unbefriedigend» und «schlecht»).



Quelle: BAFU 2022d

4.6 Auen

Auen waren einst weit verbreitet in der Schweiz, doch die systematische Verbauung der Gewässer sowie Abfluss- und Pegelregulierungen brachten einen Grossteil dieser artenreichen Lebensräume zum Verschwinden: Seit 1850 wurden rund 90 % der Auen zerstört (→ Müller-Wenk 2004). Die wertvollsten verbliebenen Auen der Schweiz stehen seit 1992 unter Schutz. Das Aueninventar umfasst 326 Objekte von nationaler Bedeutung.

Viele Auen des Inventars haben jedoch grossen Aufwertungsbedarf. Ein Bericht zu Stand und Handlungsbedarf des Aueninventars kam 2020 zum Schluss, dass 14 % der Objekte (46) sich in schlechtem ökologischem Zustand befinden. Weitere 48 % (155 Objekte) weisen einen mittleren Zustand auf (→ BAFU 2020a). Damit benötigt über die Hälfte der Auengebiete von nationaler Bedeutung eine Aufwertung. In vielen Fällen wird die Gewässerdynamik durch Dämme oder durch ein verändertes Abflussregime eingeschränkt und der Geschiebehaushalt ist beeinträchtigt. Auch lokale Eingriffe wie Aufschüttungen, Entwässerungen und der Kiesabbau tragen zur Wertverminderung von Auenlebensräumen bei. Gemäss der Auenverordnung sind die Kantone verpflichtet, die inventarisierten Auen zu schützen, ihre natürliche Dynamik, wo nötig, wiederherzustellen und die Nutzungen im Einklang mit den Schutzziele zu regeln. Im Jahr 2021 waren diese Auflagen nur bei 21 % der Inventarobjekte vollständig umgesetzt (→ BAFU 2022e).

Seit 2011 werden der Zustand und die Entwicklung der Auen von nationaler Bedeutung im Rahmen der WBS erfasst. Der Vergleich mit historischen Aufnahmen zeigt, dass sich die alpinen Schwemmebenen und Gletschervorfelder bezüglich Gehölzdeckung und Wasserfläche kaum verändert haben (→ Bergamini et al. 2019b). Diese Auen auf alpiner Stufe sind grösstenteils in einem guten Zustand. Für Fluss-, Delta- und Seeauen lassen sich noch keine Trends aufzeigen, weil Vergleichsdaten fehlen. Eine Auswertung der floristischen Erhebungen gibt aber Hinweise auf den Zustand dieser Biotope. Sie offenbart beträchtliche regionale Unterschiede: Die Auen des Juras und der westlichen Zentralalpen sind am dynamischsten, während die Auen des Mittellandes, wo überdurchschnittlich viele Gewässer verbaut sind, die geringste Dynamik aufweisen.

4.7 Kleine Stillgewässer

Unsere Landschaften waren einst mit einer Vielzahl von Kleingewässern und Feuchtstellen ausgestattet, die vom Grund- und Regenwasser sowie aus Bächen, Flüssen und Seen gespeist wurden. In den letzten 150 Jahren wurde schweizweit ein Grossteil der Feuchtgebiete trockengelegt oder zugeschüttet, hauptsächlich im Agrarland, aber auch in den Wäldern der Tallagen. Eine Studie zeigt, dass im Kanton Zürich die Fläche der Feuchtgebiete zwischen 1850 und 2000 um über 90 % abnahm (→ Gimmi et al. 2011). Und die Verluste gehen weiter: Verbesserte Entwässerungssysteme und Siedlungserweiterungen halten den Druck auf die kleinen Stillgewässer hoch.

Obschon unscheinbar, sind Kleingewässer lebenswichtig für viele seltene und bedrohte Arten, insbesondere Amphibien, Libellen und Wasserpflanzen (→ BAFU 2023). Studien zeigen, dass Kleingewässer in ihrer Summe genauso viel zum regionalen Artenpool beitragen wie Flüsse, Bäche und Seen. Bezüglich der Feuchtgebietspflanzen und der Makroinvertebraten (Insekten, Flohkrebse, Milben, Muscheln, Schnecken etc.) fällt ihr Beitrag gar am höchsten aus (→ Davies et al. 2007). Ausserdem tragen sie zur Vernetzung zwischen anderen Gewässerhabitaten bei.

Um die Populationen in den Biotopen von nationaler Bedeutung langfristig erhalten zu können, bedarf es neben der Aufwertung der Biotope auch einer guten Vernetzung mit Populationen aus umliegenden Gewässern. Die Vernetzung ist für das Überleben der Arten, für deren Nahrungssuche, deren Fortpflanzung oder den Schutz vor Störungen zentral. Wie wichtig sie ist, zeigt beispielsweise eine Auswertung von Daten aus dem WBS-Programm (→ Cruickshank et al. 2020). In den 178 untersuchten Biotopen von nationaler Bedeutung stellten die Forschenden einen starken Zusammenhang zwischen der Präsenz der Arten sowie der Grösse der Populationen und ihrer Konnektivität mit Populationen in benachbarten Biotopen (im Radius von 5 km) fest. Für die Zukunft der Amphibien wird es also entscheidend sein, dass nicht nur die Knotenpunkte (Biotopen von nationaler Bedeutung), sondern die gesamte ökologische Infrastruktur gestärkt und ausgebaut wird.

Von besonderer Bedeutung sind Kleingewässer für die Amphibien: Je nach Typ, Standort und Beschaffenheit

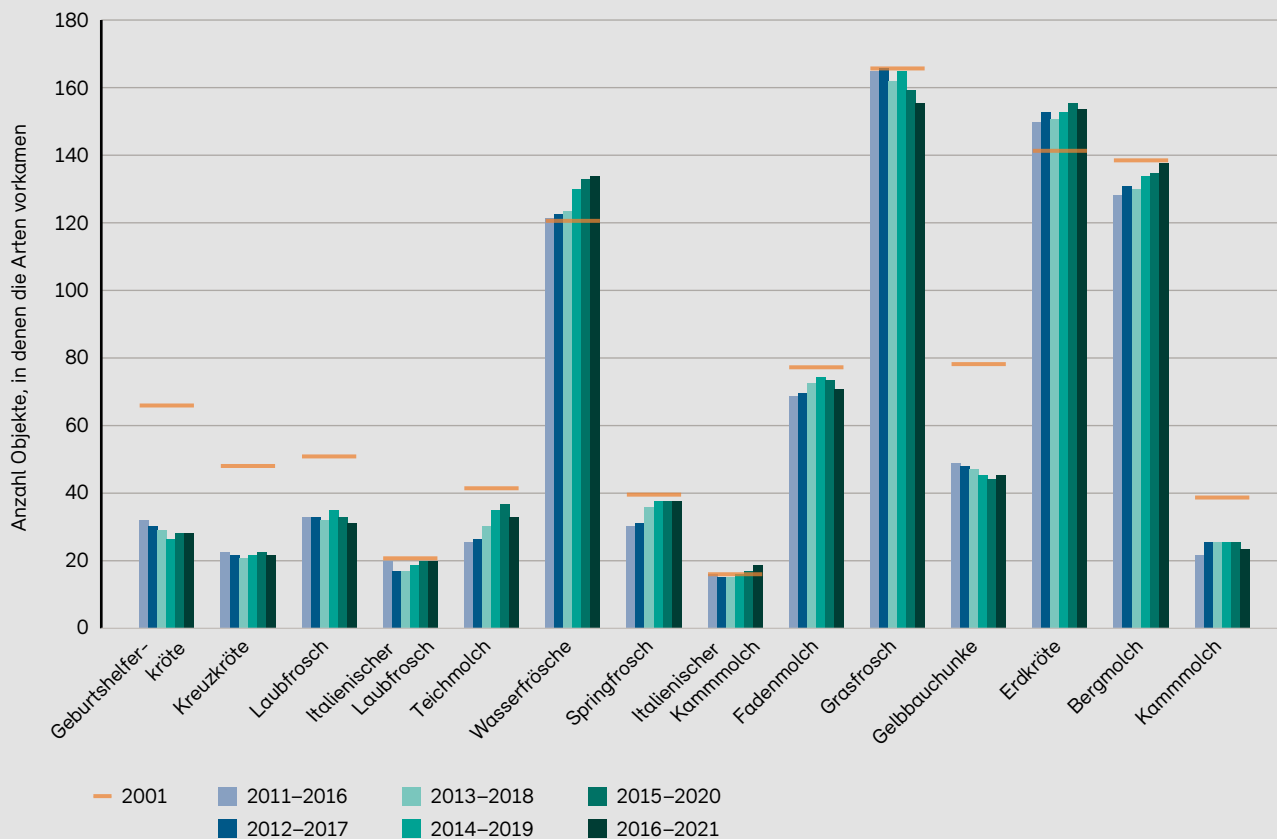
Amphibien sind weiterhin unter Druck

Die flächendeckende Entwässerung der Landschaft führte zu enormen Verlusten bei den Amphibien: Von den 19 in der Schweiz evaluierten Arten stehen 15 (79 %) auf der Roten Liste (→ BAFU 2023). Um die gefährdeten Amphibien zu schützen, hat der Bund 2001 das Bundesinventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (IANB) und die dazugehörige Verordnung erlassen. Das Inventar bezeichnet die bedeutendsten 929 (der ca. 14 500 bekannten) Fortpflanzungsgebiete und beauftragt die Kantone, für deren Schutz und Unterhalt zu sorgen. Mit dem Inventar verfolgt der Bund das Ziel, die Amphibienbestände langfristig zu erhalten, zu fördern oder wiederherzustellen. Die Inventarobjekte sollen zudem als Ausbreitungszentren dienen. Die WBS prüft, ob die Biotope die gesetzlichen Anforderungen erfüllen. Ein Vergleich der aktuellen Vorkommen von Amphibien in 240 Objekten mit den Daten aus

den frühen 1990er-Jahren zeigt, dass im Durchschnitt mindestens eine Art pro Amphibienlaichgebiet verschwand (→ Bergamini et al. 2019b). Eine hohe Zahl, wenn man bedenkt, wie wenige Amphibienarten im Durchschnitt pro Objekt zur Zeit der Inventarisierung vorkamen (weniger als sechs Arten). Am deutlichsten zurückgegangen sind die stark gefährdeten Arten, die auf saisonal austrocknende Gewässer angewiesen sind: etwa die Kreuzkröte oder die Gelbbauchunke. Vergleiche der letzten Erhebungen zeigen aber, dass sich der generelle Rückgang der Amphibien in den letzten zehn Jahren deutlich verlangsamt hat, teilweise haben die Arten sogar zugenommen (Abb. 15). Die Bestände der beiden stark gefährdeten Arten Geburtshelferkröte und Gelbbauchunke gehen aber weiterhin zurück, und viele gefährdete Arten konnten ihre grossen Verluste der letzten Jahrzehnte noch längst nicht kompensieren.

Abb. 15: Entwicklung der Anzahl untersuchten IANB-Objekte, in denen eine Amphibienart vorkommt

Der Zustand bei Inkrafttreten des Inventars der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung (2001) ist mit einer orangen Linie markiert.



Quelle: WBS

beherbergen sie unterschiedliche Arten: In wasserdurchflossenen, etwas kühleren Weihern finden Arten wie Bergmolch, Erdkröte und Grasfrosch ideale Bedingungen, während wärmere Weiher gern vom Kammmolch, Teichmolch oder Laubfrosch besiedelt werden. Pionierarten wie die Kreuzkröte und die Gelbbauchunke sind auf regelmässig austrocknende Kleingewässer (Tümpel) oder Kleinstgewässer (Pfüthen) angewiesen.

Im Schnitt gibt es heute in der Schweiz nur noch acht Teiche oder Tümpel pro zehn Quadratkilometer (→ Oertli & Frossard 2013); in Regionen mit intensiver Landwirtschaft findet sich auf der gleichen Fläche kaum noch ein Kleingewässer. Grosse Defizite gibt es insbesondere bei den temporären Gewässern. Um die Biodiversität erhalten zu können, muss die Gewässerdichte deutlich erhöht werden. Die mittlere Distanz von einer zur nächsten Feuchtfläche beträgt im Mittelland heute 350 Meter (1850 waren es 100 m) (→ Gimmi et al. 2011). Das langfristige Ziel der Amphibienförderung ist es, einen Verbund aus Gewässern zu schaffen, in welchem durchschnittlich alle 250 Meter ein Gewässer liegt. Von einem solchen Gewässernetz würden viele weitere Tierarten profitieren.

4.8 Seen

4.8.1 Reguliert und verbaut

Die Schweiz ist ein seenreiches Land mit rund 1700 natürlichen und künstlichen Seen, welche eine Fläche von mindestens 0,5 Hektaren aufweisen. In den Ufer- und Flachwasserzonen von Seen prallen Schutz- und Nutzungsinteressen besonders stark aufeinander. So sind die Ufer zahlreicher Schweizer Seen mit Hafenanlagen und Ufermauern verbaut. Am Genfersee etwa sind nur noch knapp 3 % des 200 Kilometer langen Ufers in einem natürlichen Zustand; über 60 % sind komplett künstlich (Mauern, Blockwürfe). Am Bodensee, Vierwaldstättersee und Ägerisee sind je 50 % der Ufer verbaut (→ BAFU 2018b). Befestigungen führen zu einer scharfen Grenze zwischen Wasser und Land. Fliessende Übergänge zwischen Wasser- und Landlebensräumen wurden zerstört, wodurch die in diesem Bereich natürlicherweise hohe Vielfalt an Lebensräumen und Arten drastisch abnimmt. So kann sich zum Beispiel der ökologisch besonders wertvolle Schilfsaum kaum ausbilden. Auch die unverbauten Ufer sind grösstenteils nicht mehr

in einem natürlichen Zustand. Landwirtschaftlich genutzte Flächen reichen oft dicht bis an das Seeufer heran. Und in vielen Seen gibt es kaum Pegelschwankungen. Rund 85 % der grössten Schweizer Seen sind reguliert.

4.8.2 Steigende Wasserqualität – zu wenig Sauerstoff

Während die Stickstoffeinträge in den letzten rund 20 Jahren konstant geblieben sind, ist in den meisten grösseren Seen die Phosphorkonzentration seit den 1980er-Jahren auf ein naturnahes Niveau gesunken. Neben dem flächendeckenden Ausbau der Abwasserreinigung hat auch das 1985 eingeführte Phosphatverbot für Textilwaschmittel zur Reduktion dieser Belastung beigetragen. Einzelne grössere Seen sind allerdings noch immer zu stark mit Phosphor belastet und somit weiterhin überdüngt. Sie liegen in Gebieten mit intensiver Viehmast (z. B. Baldeggersee) oder in dicht besiedelten Regionen (z. B. Greifensee). Die Seeüberdüngung begünstigt übermässiges Algenwachstum. Müssen in einem See viele Algen abgebaut werden, wird dadurch im Tiefenwasser der Sauerstoff aufgezehrt. Der Sauerstoffmangel wirkt sich negativ auf die Artenzusammensetzung in den Seen aus: So sind während der Überdüngungsphase häufig jene Fische ausgestorben, die ans Leben in grossen Tiefen angepasst waren.

Zurzeit erfüllen gut 60 % der grösseren Schweizer Seen den Grenzwert von 4 Milligramm Sauerstoff pro Liter nicht (z. B. Greifensee) oder nur dank künstlicher Belüftung (z. B. Sempachersee) (→ BAFU 2022d). Obwohl sich die Wasserqualität in vielen Fällen als Folge der abnehmenden Phosphorbelastung verbessert hat, erholt sich die Sauerstoffversorgung im Tiefenwasser nur langsam. Bei den von den Kantonen untersuchten Kleinseen erreichen nur rund zwei Drittel einen naturnahen Zustand bezüglich Nährstoffen. In tieferen Lagen weist gar die Hälfte der Kleinseen eine zu hohe Belastung auf und ist überdüngt. Hauptverantwortlich dafür sind die hohen Einträge von Nährstoffen aus der Landwirtschaft.

4.8.3 Klimawandel reduziert Lebensräume

Aber auch in den grösseren Seen, die sich erholt haben, kann aufgrund des Klimawandels die Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser wieder abnehmen. Kühlt das Oberflächenwasser in einem milden Winter nicht genügend ab, kann sich die warme und sauerstoffreiche Oberfläche

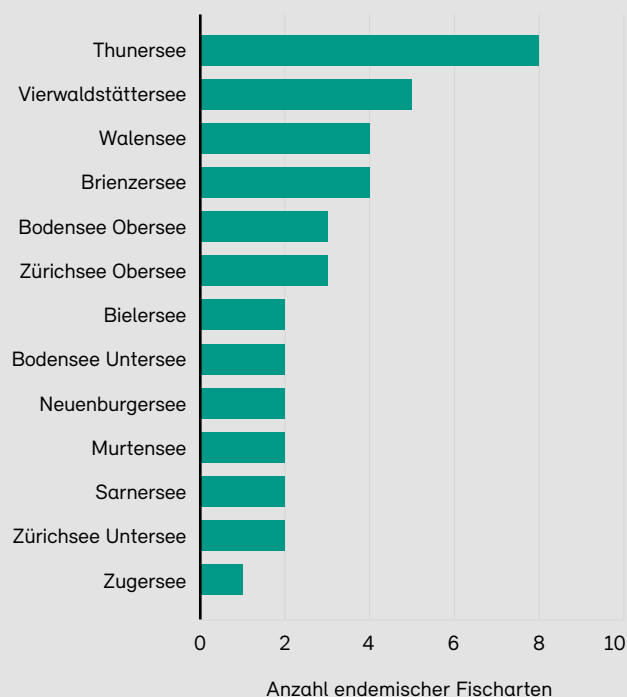
kaum mehr mit dem kalten, sauerstoffarmen Tiefenwasser austauschen. Dieses Phänomen wurde bereits im Bodensee, im Zürichsee und im Genfersee beobachtet. Eine ungenügende Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers führt dazu, dass Lebensraum für Fische verlorengeht. In den Tiefen des Bodensees etwa sind Blaufelchen oder Tiefensaiblinge auf eine ausreichende Sauerstoffkonzentration an ihren Laichplätzen angewiesen; nur dann können sich die Eier dieser Arten erfolgreich entwickeln.

Die Zirkulation der Seen wird sich voraussichtlich weiter verschlechtern. Simulationen im Rahmen des Forschungsprojekts «Klimawandel am Bodensee» etwa haben ergeben, dass eine gute Durchmischung des Sees bis zu seiner grössten Tiefe in 254 Metern immer seltener wird (→ IGKB 2015). Berechnungen zur Wasserqualität zeigen, dass die Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser künftig deutlich abnehmen und kritische Werte erreichen könnten.

Endemische Fischarten verschwinden

Die Überdüngung der Seen zwischen 1950 und 1990 hat zu grossen Verlusten bei den Fischarten geführt. Besonders betroffen sind die Felchen, die sich nach der Eiszeit in unseren Seen entwickelt haben und nur dort vorkommen (endemische Fischarten, Abb. 16). Eine Untersuchung in 17 Schweizer Seen hat nachgewiesen, dass in den letzten 60 Jahren die Zahl der Felchenarten pro See um durchschnittlich 38 % zurückgegangen ist (→ Vonlanthen et al. 2012). Verschiedene Arten konnten sich nur in den tiefen Alpenrandseen wie dem Brienersee oder dem Vierwaldstättersee halten, welche von der übermässigen Nährstoffzufuhr weniger stark betroffen waren. Aber auch sie erlitten (genetische) Verluste. Weil viele dieser Seen am Grund und im tiefen Wasser kaum noch Sauerstoff enthielten, fehlten Nischen für Spezialisten, die in grösseren Tiefen fressen oder sich fortpflanzen. Diese Spezialisten mussten in seichteres Wasser ausweichen. Dort kreuzten sie sich mit verwandten Arten und verloren innert weniger Generationen ihre genetische und funktionale Einzigartigkeit (bestimmte Laichzeiten, Ernährungsweisen etc.). Es fand also eine «Umkehr der Artentstehung» statt – ein Artensterben.

Abb. 16: Anzahl endemischer Fischarten, die nur in bestimmten Schweizer Seen vorkommen



Quelle: Alexander & Seehausen 2021

5 Wald

Die jahrhundertelange forstwirtschaftliche und landwirtschaftliche Nutzung der Wälder hat die natürliche Dynamik sehr eingeschränkt. Der heutige Wald ist dank der nachhaltigen Waldbewirtschaftung zwar auf einem Grossteil der Fläche ein relativ naturnahes Ökosystem, er unterscheidet sich aber dennoch deutlich von den ursprünglichen Urwäldern. Dies hat Auswirkungen auf die Artenvielfalt. Defizite bestehen stellenweise bei den tot- und altholzreichen Entwicklungsphasen des Waldes und beim Anteil lichter Bestände. Andererseits haben die verschiedenen forstwirtschaftlichen Traditionen wie Mittel- und Niederwälder, Selven oder lichte Wälder auch zahlreiche Lebensräume geschaffen, die einen hohen Wert für die Biodiversität haben. Bund und Kantone ergreifen Massnahmen, um die gesamte Biodiversität des Waldes zu erhalten und zu fördern. Dazu gehören die Einrichtung von Waldreservaten und die Totholzförderung durch Altholzinseln und geschützte Habitatbäume. Zusammen mit der aktiven Förderung von Waldrändern und Waldlebensräumen bieten diese Massnahmen auch in bewirtschafteten Wäldern wichtige Lebensräume und vernetzen ökologisch wertvolle Waldbestände untereinander.



Bedeutung des Waldes für den Menschen

Der Wald ist nicht nur Lebensraum von zahlreichen Tier-, Pflanzen- und Pilzarten. Er schützt den Menschen und seine Infrastrukturen vor Naturgefahren, sorgt für saubere Luft, reinigt Wasser und produziert den nachwachsenden Rohstoff Holz, der zum Bauen oder als Energieholz genutzt wird. Zudem ist der Wald ein wertvoller Freizeit- und Erholungsraum. In Randregionen erweist er sich als wichtiger Wirtschaftsfaktor. Für die grosse Mehrheit der Bevölkerung hat der Wald viel mit Heimat zu tun, wie eine Umfrage gezeigt hat (→BAFU 2022b). Die Multifunktionalität des Waldes muss bei der Waldbewirtschaftung, bei der forstlichen Planung sowie der Ausgestaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

5.1 Der Wald in seinem Naturzustand

Zu den auffälligsten Merkmalen eines typischen Urwaldes gehören grosse dicke Bäume, ein hoher Anteil an liegenden oder stehenden toten Bäumen sowie viel vermoderndes Holz am Boden. An den abgestorbenen Baumstämmen wachsen die verschiedensten Pilz- und Flechtenarten. In den umgestürzten und halb vermoderten Bäumen, die kreuz und quer am Boden liegen, leben unzählige Larven von totholzbewohnenden Käferarten. Spechte bauen ihre Höhlen in abgestorbene Bäume. In alten Spechthöhlen und in natürlichen Höhlen alter Bäume wohnen zahlreiche Fledermausarten.

Die Verjüngung im Urwald findet meist kleinflächig sowie zeitlich und örtlich gestaffelt statt. Dies führt zu einem wechselnden Mosaik von Entwicklungsphasen und einem Nebeneinander verschiedener Baumgenerationen. Auf lichten Flächen, die umgestürzte Baumriesen geschlagen haben, wachsen Keimlinge oder bereits Jungwuchs. Urwälder sind also alles andere als monoton. Grössere homogene Bestände mit gleichaltrigen Bäumen sind selten und meist eine Folge von grossflächigen Naturereignissen (z. B. Stürme, Waldbrände, Lawinen).

5.2 Verschiedene Waldlebensräume

Im ehemaligen Waldland Schweiz machen Waldarten einen beachtlichen Teil der Biodiversität aus: Von den in der Schweiz vorkommenden Tier- und Pflanzenarten leben rund 40 % im oder vom Wald. Etwa die Hälfte der Arten, die als national prioritär eingestuft wurden, lebt im Wald. Die grosse Vielfalt an Höhenlagen, Expositionen, klimatischen Verhältnissen, Niederschlagsmengen, geologischem Untergrund und

Böden haben zahlreiche verschiedene Waldlebensräume entstehen lassen. Insgesamt können 121 Waldlebensräume mit zahlreichen Untertypen unterschieden werden.

Ursprünglich waren drei Viertel der Schweiz mit Wald bedeckt. Ab dem frühen Mittelalter begannen Klöster und Dorfgemeinschaften damit, den Wald aufzulichten. Bis weit ins 19. Jahrhundert wurde der Wald intensiv genutzt. Er diente nicht nur als Brenn- und Bauholzlieferant, sondern war ein wichtiger und unverzichtbarer Bestandteil des bäuerlichen Lebens- und Produktionsraums (Waldweiden, Futter für Nutztiere, Ackerbau im Wald, Streulieferant) (→ Stuber & Bürgi 2011). Die Holzproduktion war lange Zeit die mit Abstand wichtigste Funktion des Waldes. Dabei wurden einige wenige Baumarten wie die Fichte einseitig gefördert, was sich bis heute in den Beständen zeigt. Vor allem im Mittelland wurden feuchte Wälder mithilfe von Abzugsgräben entwässert. Dadurch ging Lebensraum für Amphibien und viele andere Arten verloren. Diese Wälder wurden dadurch zu einem lichtdurchfluteten Lebensraum mit wenig Totholz und wenigen alten Bäumen. Für lichtliebende Arten sind solche Wälder sehr günstig; die Urwaldarten aber finden darin kaum noch eine Lebensgrundlage.

Heute, 150 Jahre nach dem ersten Waldgesetz (1876), haben sich die übernutzten Wälder dank des Prinzips der Nachhaltigkeit bei der Holznutzung, dem Rodungsverbot und des naturnahen Waldbaues wieder aufgebaut. Diese insgesamt positive Entwicklung führt jedoch dazu, dass lichte Wälder selten geworden sind, während das Alt- und Totholz zunimmt. Die Schweiz ist heute zu einem Drittel mit Wald bedeckt – Wälder, die durch eine jahrhundertlange Koexistenz mit dem Menschen geprägt sind, mit positiven sowie negativen ökologischen Auswirkungen.

Seit drei Jahrzehnten messen Bund und Kantone den Wert des Waldes nicht mehr nur an der Holzernte, sondern auch am hohen Baumalter, am Totholzreichtum, am Anteil heimischer Baumarten und an der Strukturvielfalt. Insgesamt nimmt die biologische Qualität der Wälder zu.

5.3 Anspruchsvolle Lebensraumspezialisten

Das BDM dokumentiert seit 2001 unter anderem die Entwicklung weit verbreiteter Arten von ausgewählten Tier- und Pflanzengruppen im Wald. Die Bestände der erfassten Gefässpflanzen sind über diese Zeit stabil geblieben, und zwar in allen Höhenstufen (→ BDM 2020). Bei den waldtypischen Moos- und Molluskenarten ist die durchschnittliche Anzahl sogar gestiegen (seit 2001 +1,5 bzw. +3 Arten pro Messfläche) (→ BDM 2020). Rund 80 % der Waldpflanzenarten gelten als ungefährdet (→ BAFU 2023). Damit ist der Anteil an gefährdeten Arten deutlich tiefer als in anderen

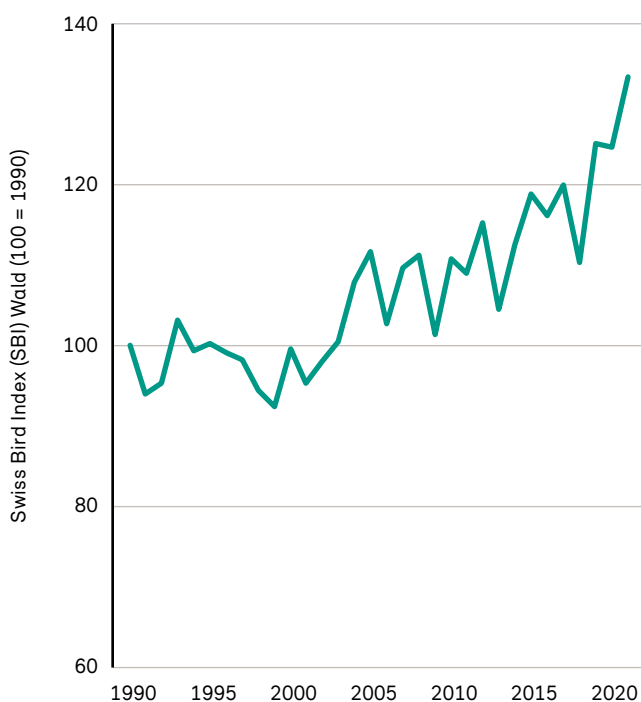
Lebensräumen. Bedrohte Pflanzenarten sind vor allem auf lichte Waldbestände angewiesen.

Die Vogelarten des Waldes zeigen insgesamt eine Zunahme (Abb. 17) (→ Knaus et al. 2021a). Der Anteil an gefährdeten Brutvogelarten des Waldes ist mit 15 % deutlich tiefer als im gesamtschweizerischen Durchschnitt, der bei 40 % liegt (→ Knaus et al. 2021b). Die Bestandstrends von Vogelarten, die auf Tot- und Altholz angewiesen sind (v. a. Spechte), verlaufen positiv (→ Knaus et al. 2018).

Bei Organismengruppen wie Schnecken, Käfern (siehe Box S. 51), Flechten, Moosen und Grosspilzen (siehe Box S. 52) sind sehr viele Arten auf alte und dicke Bäume und grosse Mengen von anstehendem und liegendem Totholz angewiesen. Ein grosser Teil davon ist bedroht. Anderen Arten fehlen feuchte Wälder mit Weihern und Tümpeln, gestufte und vielfältige Waldränder sowie offene Wälder, bei denen die Sonne zumindest stellenweise den Waldboden erreicht.

Abb. 17: Artenvielfalt im Wald gemäss Swiss Bird Index der Vogelwarte Sempach (SBI) für den Wald

Der SBI zeigt bei den Waldvögeln seit 1990 insgesamt steigende Bestände (→ Knaus et al. 2021a).



Quelle: Schweizerische Vogelwarte

Der Schweizer Wald wird flächendeckend gemäss den Vorgaben des naturnahen Waldbaus bewirtschaftet. Fast alle Wälder sind aber im selben mittleren Sukzessionsstadium (Abb. 18), wo jene Entwicklungsphasen dominieren, in denen der Wald einerseits bereits schattig ist und andererseits noch nicht über einen grossen Vorrat an Alt- und Totholz (siehe unten) verfügt. Damit das Artenspektrum eines Waldes langfristig erhalten bleibt, braucht es die Fortführung und Weiterentwicklung von Massnahmen, welche die unterrepräsentierten Stadien der Waldentwicklung in der gesamten Waldbewirtschaftung fördern. Langfristig wirkende Prozessschutzmassnahmen wie Waldreservate und Altholzinseln sind daher auf die Kontinuität in der Planung und Umsetzung besonders angewiesen.

5.4 Gedüngter Wald

Stickstoffeinträge über die Luft stellen einen der wichtigsten Treiber des weltweiten Biodiversitätsverlustes dar (→ Sala et al. 2000). Die Überdüngung von Lebensräumen führt zu einer Homogenisierung der Artenvielfalt (→ Roth et al. 2013): Die Zusammensetzung von Artengemeinschaften gleicht sich immer mehr an, zulasten von Arten, die sich auf wenige Nährstoffe spezialisiert haben. Der Schweizer Wald bleibt nicht davon verschont:

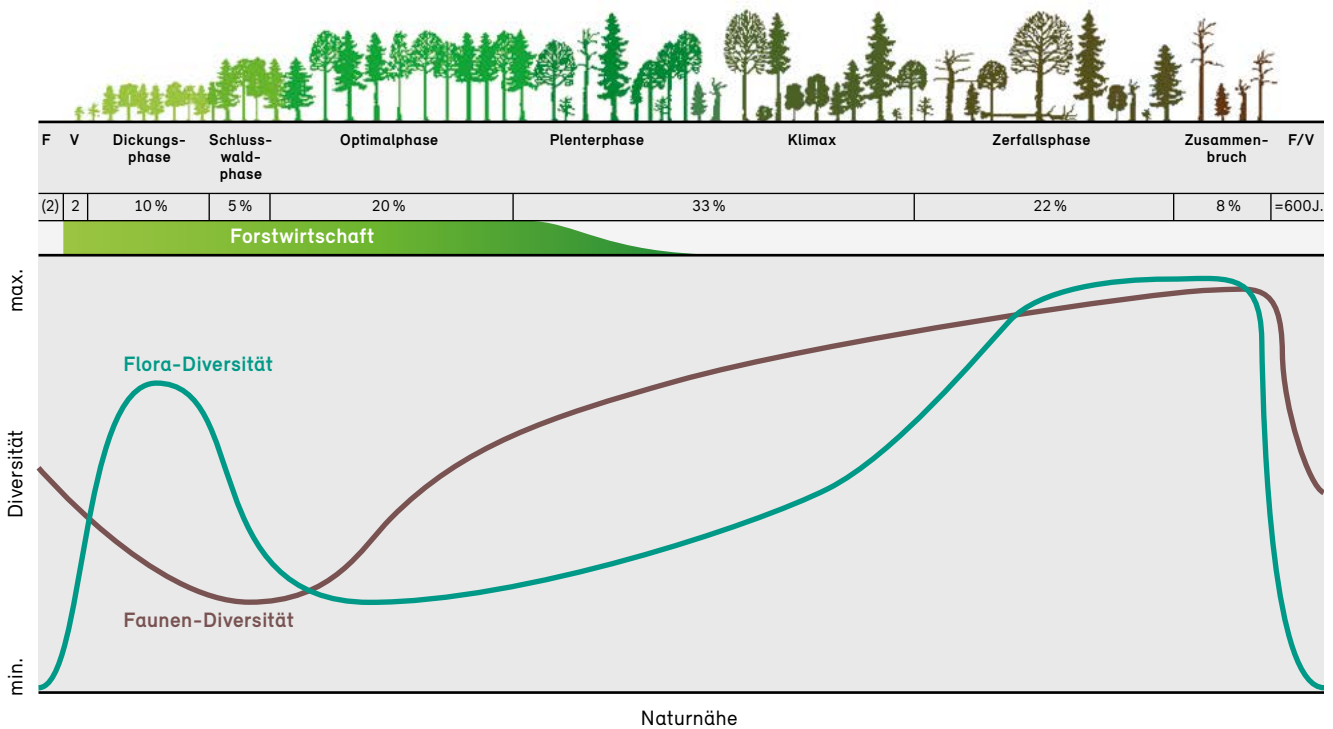
Vielen tot- und altholzbewohnenden Käferarten fehlt die Lebensgrundlage

In unseren Wäldern leben attraktive und spektakuläre Käferarten, die massgeblich an der Zersetzung von Holz und damit am Nährstoffkreislauf beteiligt sind. Sie sind auf Ressourcen angewiesen, die sich nur langsam erneuern und selten im Wirtschaftswald sind: alte, absterbende Bäume mit dicken, toten Ästen und Höhlen, stehende tote, dicke Bäume, am Boden liegende Stämme und dicke Äste. Von grösster Bedeutung sind Mikrohabitate an den lebenden Bäumen, die den Käfern als Schutz-, Brut-, Überwinterungs- oder Nahrungsstätten dienen. Bäume mit Höhlen, Stammverletzungen, Totholz in den Baumkronen, Wucherungen oder einem Bewuchs mit Efeu bieten Lebensraum für eine Vielzahl spezialisierter Arten. Insgesamt wurden fast 50 Typen

von Baummikrohabitaten (unterteilt in 15 Gruppen und 7 Formen) beschrieben (→ Bütler et al. 2020).

Doch die einheimischen totholzbewohnenden Käferarten der Schweiz sind stark bedroht, wie die Erhebungen zur entsprechenden Roten Liste gezeigt haben: Rund 46 % der 256 eingestuften Käferarten sind gefährdet, weitere 18 % potenziell gefährdet (→ Monnerat et al. 2016). Zwei Arten sind bereits ausgestorben, 31 Arten sind nur noch mit wenigen Beständen oder Individuen in der Schweiz vertreten und stehen also kurz vor dem Aussterben. Die Holzkäferarten sind vor allem im Mittelland unter Druck. Erfreulich ist die gemäss dem Landesforstinventar in den letzten Jahrzehnten festgestellte Zunahme des Totholzvolumens und der Anzahl dicker Bäume sowie der Arten- und Strukturvielfalt der Waldränder im Schweizer Wald.

Abb. 18: Die Biodiversität im Wald ist ausserhalb der für die Forstwirtschaft interessanten «Optimalphase» am höchsten. In Schweizer Wirtschaftswald fehlen lichte sowie biomassereiche, struktur- und totholzreiche Stadien (Klimax, Zerfallsphase) der Waldsukzession.



Quelle: verändert nach Scherzinger, 1996

F = Freifläche / V = Verjüngung

Stickstoffeinträge über die Luft wirken sich auch auf die Pflanzenvielfalt der Kräuter aus und machen sogar die Bäume anfälliger für Stürme. Eine Untersuchung in Waldreservaten in ganz Europa hat gezeigt, dass jene Arten, die mit relativ wenigen Nährstoffen im Boden auskommen und meist nicht weit verbreitet sind, in den vergangenen Jahrzehnten aus vielen Flächen verschwunden sind (→ Staudé et al. 2020). Als Hauptursache wurden in weiten Teilen Europas die chronischen und exzessiven Stickstoffeinträge vor allem aus der Landwirtschaft identifiziert. Pflanzenarten, die nährstoffreiche Böden bevorzugen, wie etwa die Brombeere, haben sich hingegen ausgebreitet. Auch in den Kulturwäldern des Mittellandes wurden deutliche Veränderungen der Pflanzenvielfalt registriert, die auf die zunehmende Lichtarmut und die Erhöhung des Nährstoffangebots durch Stickstoffeinträge aus der Luft zurückzuführen sind (→ Braun et al. 2012).

Die Stickstoffdüngung des Waldes über die Luft führt auch dazu, dass lichte Wälder und Sonderstandorte wie Felsflühe und Felsfluren, Block- und Blockschutthalden sowie Geröllflächen in Auenwäldern, die unter anderem für Reptilien wichtig sind, zuwachsen. Solche Standorte können durch forstliche Eingriffe gezielt und mit verhältnismässig wenig Aufwand gefördert werden.

Waldpilze benötigen alte Baumbestände

Fast drei Viertel der rund 3000 Pilzarten, die für die Rote Liste der Grosspilze der Schweiz evaluiert wurden, leben im Wald. Der naturnahe Waldbau hat dazu geführt, dass die an den Wald gebundenen Pilze ein deutlich weniger grosses Gefährdungsrisiko haben als Arten ausserhalb des Waldes (→ Senn-Irlet et al. 2007). Die stark dezimierten Moore beherbergen beispielsweise nur 2 % der Pilzarten, dafür handelt es sich bei diesen um ausgesprochene Lebensraumspezialisten, von denen ein Drittel gefährdet oder sogar verschwunden ist. Bei den Waldarten hingegen sind nur 15 % auf der Roten Liste aufgeführt. Von diesen ist der Grossteil an alte Waldbestände mit viel Totholz gebunden. Im Mittelland, wo die älteren und totholzreichen Waldbestände für diese Arten ungenügend vertreten sind, fehlen solche Arten oder sind nur mit wenigen und kleinen Populationen vertreten. Problematisch für viele Pilzarten ist der Eintrag von Stickstoff aus der Luft in die Waldböden.

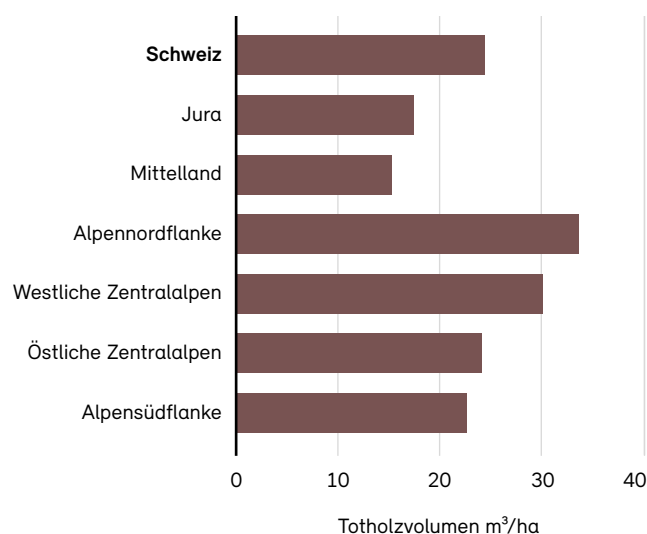
5.5 Steigender Anteil an Tot- und Altholz

Totholz und Habitatbäume sind für mehr als 20 % der im Wald lebenden Arten ein unersetzliches Habitat und eine unverzichtbare Nahrungsquelle. Gemäss dem Landesforstinventar hat sich das Volumen an liegendem und stehendem Totholz zwischen 1995 und 2017 von durchschnittlich 11 auf 26 Kubikmeter pro Hektare verdoppelt (→ Brändli et al. 2020). Diese erfreuliche Entwicklung ist auf die vielen Stürme der vergangenen Jahrzehnte (v. a. die Orkane Vivian 1990 und Lothar 1999), auf die geänderte Praxis einer für ökologische Zusammenhänge sensibilisierten Waldwirtschaft sowie die lange Zeit tiefen Holzpreise zurückzuführen.

Allerdings reichen die heute vorhandenen Mengen in einigen Regionen noch lange nicht aus, um gefährdete Arten zu erhalten – vor allem im Mittelland und im Jura bestehen erhebliche Defizite (Abb. 19). Totholz mit grossem

Abb. 19: Totholzvolumen im Schweizer Wald

Am meisten Totholz findet man in den westlichen Voralpen und Alpen, am wenigsten im östlichen und zentralen Mittelland. Gesamthaft hat das Totholzvolumen im Schweizer Wald in den letzten 30 Jahren zugenommen. Noch sind allerdings weder die ökologischen Sollwerte noch die Zielwerte der Waldpolitik in allen Regionen erreicht (→ Brändli et al. 2020).



Quelle: LFI

Durchmesser und in späten Abbaustadien ist gesamtschweizerisch nach wie vor ungenügend vorhanden. Ein Grossteil der alt- und totholzbewohnenden Arten benötigt mindestens zwischen 20 und 50 Kubikmeter pro Hektare (→ Müller & Bütler 2010). Hoch spezialisierte Arten benötigen sogar über 100 Kubikmeter Totholz pro Hektare. Eine solche Menge an Totholz ist kaum mit einer wirtschaftlichen Waldnutzung zu vereinbaren und setzt genügend Fläche voraus, auf der die natürliche Entwicklung längerfristig Vorrang hat.

Bund und Kantone fördern Totholz mit mehreren Instrumenten: Über die Einrichtung von Waldreservaten und – im bewirtschafteten Wald – mit der Förderung von Altholzinseln und Biotopbäumen (siehe unten). Im Weiteren sind auch natürliche Ereignisse (z. B. Stürme, Trockenheiten) sowie das Liegenlassen von Ernteresten von Bedeutung.

Totholz hat neben seiner Bedeutung für die Biodiversität noch weitere Funktionen: Liegendes Totholz ist wichtig für den Boden und damit für den Wald: Es hat einen positiven Einfluss auf die Nährstoffbilanz, die Wasserspeicherung und das Bodenklima. Vor allem im Gebirgswald ist liegendes Totholz ein wichtiges Keimbeet für Baumsamen bzw. für die Waldverjüngung und kann, richtig angeordnet, gegen Steinschlag schützen.

5.6 Zunahme an Waldreservaten und ungenutzten Wäldern

Der naturnahe Waldbau hat zusammen mit den Orkanen Vivian und Lothar dazu geführt, dass naturferne Fichtenbestände deutlich zurückgehen. Der Anteil reiner Fichtenbestände ist seit 1995 im Mittelland von 11 auf 6 % gesunken (→ Rigling & Schaffer 2015, Imesch et al. 2015). Dieser Trend dürfte sich weiter fortsetzen, auch angesichts des Klimawandels, gegenüber dem die Fichte besonders anfällig ist.

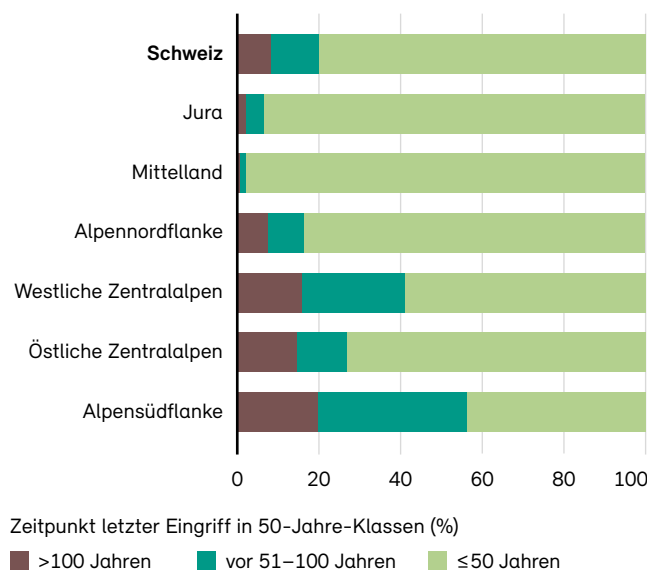
Während unberührte Wälder (Urwälder) in der Schweiz praktisch nicht mehr existieren (0,01 % der Waldfläche), ist der Anteil an Wäldern, die seit mindestens 50 Jahren nicht mehr genutzt wurden, zwischen 1995 und 2017 von 13 auf 18 % gestiegen (→ Brändli et al. 2020). Die regionalen Unterschiede sind jedoch beträchtlich: Ihr

Anteil beträgt im Mittelland 1 bis 4 %, im Jura 5 bis 6 % und auf der Alpensüdflanke fast 60 % (Abb. 20). Rund 6 % der Schweizer Waldfläche wurden sogar seit mehr als 100 Jahren nicht mehr bewirtschaftet. Bleibt die Nutzung weiterhin aus, können diese Wälder auf natürliche Weise altern und für die Erhaltung totholzabhängiger Organismen einen grossen Wert darstellen.

Die vertraglich geschützten Naturwaldreservate werden sich langfristig zu echten Naturwäldern entwickeln. Die Wirkung der Reservatspolitik wird seit 2006 im Rahmen des Projekts «Forschung und Wirkungskontrolle in Schweizer Naturwaldreservaten» untersucht. Die Untersuchungen zeigen, dass sich Naturwaldreservate heute erst in wenigen der betrachteten Merkmale zur Naturnähe und Habitatqualität vom Wirtschaftswald unterscheiden (→ Heiri et al. 2012). Die Dichte an dicken Bäumen sowie der Holzvorrat sind grösser. Baumgiganten mit Stammdurchmessern von über 80 Zentimetern können in Naturwaldreservaten häufiger angetroffen werden. Die Anzahl stehender toter Bäume unterscheidet sich allerdings nicht. Die Resultate zeigen, dass die Naturwaldreservate mehrheitlich noch relativ weit von einem natürlichen Zustand entfernt sind (siehe Box S. 54).

Abb. 20: Anteil Waldfläche ohne forstliche Eingriffe in 50-Jahre-Klassen

Auswertungseinheit: zugänglicher Wald ohne Gebüschwald (→ Brändli et al. 2020).



Quelle: LFI

In der Schweiz gibt es einen weiteren Typ an Waldreservaten: Während Naturwaldreservate sich selbst überlassen werden, erfolgen in Sonderwaldreservaten gezielte Eingriffe, um Lebensräume für bestimmte Pflanzen und Tiere aufzuwerten oder neu zu schaffen. Beispielsweise werden Föhrenwälder aufgelichtet, um seltene Orchideen, Schmetterlinge oder Reptilien zu fördern. Im Alpenraum hält man Nadelwälder durch Holznutzung offen, damit sie für Hasel- oder Auerhühner attraktiv bleiben. In Sonderwaldreservaten können auch historische Kulturformen des Waldes wie Mittel- oder Niederwälder erhalten werden.

Bund und Kantone haben sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 je 5 % der Waldfläche als Naturwald- bzw. als Sonderwaldreservate auszuscheiden. Ende 2019 waren bereits 6,5 % der Waldfläche der Schweiz in 2267 Reservaten geschützt. 1093 davon waren kleiner als 5 Hektaren. 29 Reservate bedeckten eine Fläche von über 500 Hektaren. Waldreservate sind die Kerngebiete der ökologischen Infrastruktur im Wald.

Um Totholz und Habitatbäume zu fördern und die Reservate bzw. Kerngebiete der ökologischen Infrastruktur zu vernetzen, propagiert der Bund die Einrichtung von Altholzinseln im Wirtschaftswald, die jeweils ca. eine Hektare gross sind. Als nationales Ziel gelten zwei Altholzinseln pro Quadratkilometer und drei bis fünf Habitatbäume pro Hektare (→ Imesch et al. 2015).

5.7 Waldränder werden aufgewertet

Waldränder sind als Übergangszone zwischen Wald und lichtigem Offenland wichtige Lebensräume für eine Vielzahl von Arten, beispielsweise für Pflanzen, Insekten und Reptilien. Vor allem für Arten, die in der intensiv genutzten Kulturlandschaft kaum noch Lebensraum finden, können ökologisch hochwertige Waldränder wichtige Rückzugsgebiete darstellen. Intakte Waldränder spielen zudem für die Vernetzung verschiedener Lebensräume eine wichtige Rolle.

Ein wertvoller Waldrand besteht aus einem extensiv genutzten Krautsaum und einem fünf bis zehn Meter breiten Gürtel aus Sträuchern, verläuft idealerweise buchtig und geht kontinuierlich in den Wald über. Besonnte Kleinstrukturen wie Stein- und Totholzhaufen werten den Lebensraum deutlich auf.

Totholz im Sihlwald

Mit einer Fläche von 1100 Hektaren ist der Sihlwald im Kanton Zürich eines der grössten Naturwaldreservate der Schweiz. Seit der Jahrtausendwende wird hier kein Holz mehr genutzt. Forschende stellten sich die Frage, ob das Naturwaldreservat einen gewünschten Effekt bei der Totholzmenge und bei der Anzahl an Mikrohabitaten zeigt. Vergleiche mit einem nahe gelegenen Wirtschaftswald offenbarten aber noch keine deutlichen Unterschiede (→ Leu 2018). Obwohl im Naturwaldreservat insgesamt eine höhere Totholzmenge pro Hektare und mehr Mikrohabitate pro Baum und pro 10 Aren vorkommen, ist der Unterschied zum Wirtschaftswald nach zwei Jahrzehnten Holznutzungsverzicht statistisch nicht signifikant. Um die Totholzmenge in grösserem Masse zu verändern, braucht es ein natürliches Ereignis, zum Beispiel einen Sturm oder eine Trockenheit, oder viel mehr Zeit. Es dürfte noch einige Jahrzehnte dauern, bis die ersten Bestände im Sihlwald in die Zerfallsphase kommen. Der Sihlwald kann zwar noch nicht als Naturwald bezeichnet werden, er befindet sich jedoch auf gutem Weg dahin (→ Commarmot & Schmidt 2011).

In der Schweiz haben Waldränder eine Gesamtlänge von 115 000 Kilometern und damit ein erhebliches ökologisches Potenzial. Die Aufwertung und Pflege von Waldrändern ist eine zentrale Massnahme des Bundes für die Förderung der Biodiversität im Wald (→ Imesch et al. 2015). Die Umsetzung in den Kantonen zeigt erste Wirkungen: Zwar verfügen 80 % der Waldränder immer noch über keinen oder einen zu schmalen Strauchgürtel (weniger als 5 Meter); in den letzten Jahren haben aber Waldränder mit ausreichendem Strauchgürtel zugenommen (+4 %) (→ Brändli et al. 2020). Auch die Strukturvielfalt hat sich tendenziell verbessert: Waldränder mit tiefer Strukturvielfalt haben in den letzten 20 Jahren von 36 % auf 33 % abgenommen.

5.8 Der Wald im Klimawandel

Der Klimawandel wird zu grossen Veränderungen im Wald führen, wie das langjährige Forschungsprogramm zu Wald und Klimawandel des BAFU und der WSL (2009–2018) zeigt. Die erwartete Erwärmung von 3,1 bis 4,3 °C bis Ende des Jahrhunderts wird die Höhenstufen der

Vegetation um etwa 500 bis 700 Höhenmeter verschieben (→ Frehner et al. 2018). Für manche an ihrem Wuchsort heute noch standortgerechte Baumarten bedeutet dies, dass sie bereits in wenigen Jahrzehnten an ihre ökologischen Grenzen kommen dürften. Unter Druck durch den Klimawandel stehen insbesondere Bestände, die nicht standortgerecht bzw. nicht zukunftsfähig sind (→ Allgaier Leuch et al. 2017).

Diese Veränderungen wirken sich auch auf die Biodiversität im Wald aus: Lichte, trockenwarme Standorte werden häufiger. Andererseits kommen die (heute schon seltenen) feuchten Standorte noch stärker unter Druck. Ausserdem ist damit zu rechnen, dass Ereignisse wie Stürme, Trockenheit, Waldbrand oder biotische Kalamitäten häufiger werden. Für die Biodiversität können solche Ereignisse auch eine Chance sein, da sie mehr Dynamik in den Wald hineinbringen; sie können aber Waldfunktionen wie die Schutzfunktion gefährden, was je nach Standort ein Problem darstellt.

Die Biodiversität spielt eine zentrale Rolle für die Anpassungsfähigkeit und Resilienz des Waldes im Hinblick auf den Klimawandel und kommt somit auch der Bewirtschaftung zugute (→ Bundesrat 2022a). Mit dem schon heute praktizierten naturnahen Waldbau und die Naturverjüngung fördern die Bewirtschaftenden die Anpassungsfähigkeit an den fortschreitenden Klimawandel. Resiliente Wälder setzen eine hohe Biodiversität auf allen Ebenen voraus (Gene, Arten und Habitat). Zusammen mit einer hohen Strukturvielfalt der Bestände bieten sie die beste Absicherung gegen biotische und abiotische Ereignisse, sowohl hinsichtlich der Resistenz als auch bei der Regenerationsfähigkeit. Diese Diversität ist deshalb nicht nur im Sinne der Erhaltung der Biodiversität, sondern auch als Grundlage für die Erhaltung aller Waldfunktionen zu fördern.

6 Agrarland

Die Landwirtschaft hat bis Ende des 19. Jahrhunderts eine Vielzahl neuer Lebensräume für Tiere und Pflanzen geschaffen. Dieser Prozess hat sich im 20. Jahrhundert mit der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion umgekehrt. Viele der einst artenreichen Flächen sind heute in Bezug auf die Biodiversität weitgehend verarmt oder nur noch als isolierte Restgebiete vorhanden. Hohe Stickstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträge wirkten sich nicht nur negativ auf die Artenvielfalt in der intensiv genutzten Fläche aus, sie schädigten auch teils weit entfernte artenreiche Lebensräume. Um die Biodiversität im Agrarland erhalten und damit eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion gewährleisten zu können, braucht es neben hochwertigen, gut vernetzten Biodiversitätsförderflächen und Schutzgebieten eine biodiversitätsfreundliche, standortangepasste Bewirtschaftung der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche.



Bedeutung der Biodiversität im Agrarland für den Menschen

Die Biodiversität ist eine wichtige Grundlage für unsere Ernährung. Der Mensch nutzt Tausende von Arten als Lebensmittel. Aber nicht nur die Nutzpflanzen und -tiere sind von Bedeutung. Zahlreiche wild lebende Arten des Kulturlands erbringen unerlässliche Leistungen zugunsten der Landwirtschaft und der Gesellschaft (→ Bender & Van der Heijden 2020). Sie halten Schädlinge unter Kontrolle, bestäuben Pflanzen, erhöhen die Erntestabilität (→ Bender & Van der Heijden 2020, Schaub et al. 2020). Diese Leistungen sind umso grösser, je höher die Artenvielfalt im Agrarland und je kleinstrukturierter dieses gestaltet ist (→ Dainese et al. 2019). Vielfältige und artenreiche Kulturlandschaften sind zudem wichtige Erholungsgebiete und verbessern das Wohlbefinden der Menschen.

Voraussetzung für eine grosse oberirdische Biodiversität ist eine hohe Biodiversität im Boden. Dazu gehören vor allem Bakterien, Pilze und Algen, aber auch Milben, Fadenwürmer, Regenwürmer, Tausendfüssler und Insekten (→ BAFU 2017). So können in einem Kubikzentimeter Boden mehrere Milliarden Mikroorganismen leben, die zu Tausenden von Arten gehören; das Gewicht aller Lebewesen im Boden einer Hektare Land kann bis zu 15 Tonnen betragen – das entspricht dem Gewicht von 20 Kühen. Die Bodenlebewesen rezyklieren Pflanzennährstoffe im Boden, tragen zu einer verbesserten Pflanzenernährung und Gesundheit bei und können somit die Abhängigkeit von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln reduzieren (→ Bender et al. 2016). Ausserdem reduzieren sie den Ausstoss von Lachgas aus dem Boden.

6.1 Landwirtschaft bringt neue Lebensräume hervor

Grossflächige Rodungen ab dem frühen Mittelalter verdrängten den Wald aus weiten Teilen der Schweiz. Pflanzen-, Pilz- und Tierarten des Offenlandes profitierten von der Umgestaltung der Landschaften. Hunderte dieser Arten besiedelten die neu geschaffenen Lebensräume: Magerwiesen, Fettwiesen, verschiedenste Weidetypen, Äcker, Säume, Obstgärten, Weinberge, Streuwiesen, Selven, Hecken und Kleinstrukturen. Die neuen Lebensräume fügten sich mosaikartig in die Landschaft und waren eng verzahnt mit den Wäldern und dem Siedlungsgebiet.

Dank der Landwirtschaft nahmen die Artenzahl und vor allem die lokale Artendichte in der Schweiz bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts markant zu (→ Bosshard 2016). In vielen Regionen ging mehr als die Hälfte der Pflanzen-, Tagfalter- und Heuschreckenarten auf die landwirtschaftliche Nutzung zurück (→ Moser et al. 2002, SBN/Pro Natura 1987, Walter et al. 2010). Besonders artenreich sind Feucht- und Trockenwiesen sowie die bis 1950 weit verbreiteten Fromentalwiesen, die zumeist nur mit etwas Mist gedüngt und zweimal pro Jahr geschnitten wurden. Je nach Standort und Nutzung des Grünlands und der Äcker entwickelten sich verschiedene Artengemeinschaften, die eng an die jeweilige Bewirtschaftung gebunden sind.

Monitoring der genetischen Vielfalt von Wildpflanzen, Pilzen und Wildtieren

Mit der nationalen Genbank und der Umsetzung des «Nationalen Aktionsplans zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft» wurden umfangreiche Massnahmen zum Schutz der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen getroffen. Über die genetische Vielfalt von einheimischen Wildpflanzen, Pilzen und Wildtieren ist hingegen nur wenig bekannt. Eine genetische Diversität ist für das langfristige Überleben jeder Art von zentraler Bedeutung, weil sie den Fortpflanzungserfolg sichert und hilft, Krankheiten zu widerstehen und sich an Veränderungen der Lebensbedingungen anzupassen.

In einer Pilotstudie wird die ETH Zürich zunächst die genetische Vielfalt von fünf Arten (Kreuzkröte, Goldammer, Baldrian-Schreckenfalter, Scheiden-Wollgras und Kartäuser-Nelke) in allen sechs biogeografischen Regionen der Schweiz untersuchen und für zwei dieser Arten (Baldrian-Schreckenfalter und Scheiden-Wollgras) Vergleichsanalysen mit Proben aus historischen Sammlungen durchführen. Damit lassen sich Veränderungen der genetischen Vielfalt in Populationen und Arten während der letzten 100 bis 150 Jahre aufzeigen. Die Pilotstudie soll die Grundlage für ein umfangreiches Monitoring der genetischen Vielfalt von 50 Tier-, Pilz- und Pflanzenarten schaffen.

6.2 Die grosse Umwälzung

Nach dem Ersten Weltkrieg kam es zu einer grossen Umwälzung: Die hohe Mechanisierung, die systematische Beseitigung der Kleinstrukturen, die Trockenlegung von Feuchtgebieten und der grossflächige Einsatz von Dünger und Pestiziden führten zu grossen Erntegewinnen, aber auch zu enormen Biodiversitätsverlusten im Kulturland (→ Walter et al. 2010). Lokal – vor allem im Mittelland und in den Gunstlagen des Berggebiets – brach die Artenvielfalt innerhalb weniger Jahrzehnte zusammen. Zahlreiche Populationen von einst häufigen Pflanzen- und Tierarten der Kulturlandschaft starben aus oder erlitten schwere Verluste. Der Weissdolch-Bläuling ist zum Beispiel im letzten Jahrhundert komplett aus dem Mittelland verschwunden.

Weniger rasant verliefen die Artenverluste im Berggebiet, wo sich viele Flächen mit den damaligen technischen Hilfsmitteln und mangels Zufahrtsstrassen nicht intensiv nutzen liessen. Doch auch die Bergregionen standen teilweise unter starkem Druck. Kleinstrukturen, die man als störend betrachtete, wurden beseitigt, Wiesen und Weiden stärker gedüngt und bewässert, die Schnittkadenz und das Gewicht der Landmaschinen erhöht. Das hatte Folgen: Viele Landwirtschaftsvogelarten, die sich nur noch im Berggebiet halten konnten, sind in den letzten 20 Jahren auch dort unter Druck geraten oder gar verschwunden. Dazu zählen Braunkehlchen, Feldlerche, Baumpieper, Neuntöter und Kuckuck (→ Knaus et al. 2018). Vor allem im Jura bedrohen der verstärkte Einsatz von Steinfräsen und die Mechanisierung der Grünlandnutzung die Heidelerche und weitere Arten (→ Knaus et al. 2018).

Von den einst weit verbreiteten Trockenwiesen, Fromentalwiesen, Feuchtwiesen und Mooren sowie den zahlreichen Hecken, Hochstambäumen, Trockenmauern und Kleingewässern sind heute nur noch Reste übrig. Im Mittelland sind die Fromentalwiesen infolge der intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung auf 2 bis 5 % ihrer einstigen Fläche geschrumpft (→ Bosshard 2015). Die verbliebenen Relikte sind zudem stark verarmt: Die durchschnittliche Anzahl Pflanzenarten nahm von 38 im Jahr 1950 auf heute 27 ab (–30 %). Die Zahl der für Fromentalwiesen typischen Charakterarten ging von 25 auf 9 zurück (–64 %). Grosse Verluste gab es bei den Trockenwiesen

und -weiden (TWW); sie büssten zwischen 1900 und 2010 rund 95 % an Fläche ein (Abb. 21) (→ Lachat et al. 2011). Die verbliebenen Flächen sind zumeist klein und isoliert. Dadurch steigt das Aussterberisiko für die lokalen Pflanzen- und Tierpopulationen. Das ist umso brisanter, weil von den typischen Pflanzenarten der TWW bereits 30 % gefährdet oder ausgestorben sind (→ Bornand et al. 2016) und im Berggebiet seit den 1990er-Jahren eine Intensivierung der Nutzung zu beobachten ist: Immer mehr Trockenwiesen werden stärker gedüngt, früher und häufiger gemäht oder künstlich bewässert; Kleinstrukturen werden zum Teil systematisch zerstört.

Die Rote Liste der gefährdeten Lebensräume zeigt, dass schweizweit 43 % der Wiesen- und Weidetypen und 64 % der Begleitvegetationstypen der Kulturen bedroht sind; weitere 18 % der Lebensraumtypen des Landwirtschaftsgebiets gelten als potenziell gefährdet (→ Delarze et al. 2013).

6.3 TWW von nationaler Bedeutung verlieren an Qualität

Um dem anhaltenden Rückgang von wertvollen Lebensräumen entgegenzuwirken, hat der Bund Biotop von nationaler Bedeutung ausgeschieden. Viele Biotop sind auf eine geeignete landwirtschaftliche Nutzung angewiesen. Das gilt insbesondere für Flachmoore (siehe Kapitel 3) und TWW. Die Wiesen und Weiden dürfen nicht übernutzt, aber auch nicht unternutzt werden (→ Dipner et al. 2010). Untersuchungen im Rahmen der WBS zeigen nun, dass sich die ökologische Qualität der TWW-Objekte (total 3631) seit ihrer Unterschutzstellung (2010) generell leicht verschlechtert hat (→ Bergamini et al. 2019b). Viele Biotop wurden nährstoffreicher, feuchter, dichter und schattiger.

Die Verordnung über den Schutz der TWW von nationaler Bedeutung ist seit 2010 in Kraft; doch entsprechende Schutz- und Unterhaltmassnahmen sind erst bei 11 % der Objekte vollständig umgesetzt und bei 7 % fortgeschritten (→ BAFU 2022e). Angesichts der negativen Entwicklungen ist ein schneller grundeigentümergeleiteter Schutz mit vertraglich geregelten Unterhaltmassnahmen und angepasster Bewirtschaftung wichtig.

Die Bedeutung der TWW für den Artenschutz und die Artenförderung ist gross: Mehr als ein Drittel der Tagfalter-Hotspots der Schweiz liegen in den gesetzlich geschützten Gebieten (→ Huwyler et al. 2012). Rund 40 % der Pflanzenarten, die in der Schweiz gefährdet oder potenziell gefährdet sind, wurden in den inventarisierten TWW-Flächen nachgewiesen (→ Bornand et al. 2016). Damit sich die Tier- und Pflanzenpopulationen ausbreiten und austauschen können, bedarf es eines Netzes aus Trockenlebensräumen. Als Vernetzungsgebiete können u. a. extensiv gepflegte Bahnböschungen und Strassenborde, Waffenplätze sowie Magerwiesen auf Biodiversitätsförderflächen dienen.

6.4 Ausgeprägte Biodiversitätsdefizite in den tieferen Zonen

Im Auftrag des BAFU und BLW betreibt Agroscope das Monitoring-Programm ALL-EMA «Arten und Lebensräume Landwirtschaft – Espèces et Milieux Agricoles». Das Programm soll den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität in der Agrarlandschaft mit Blick auf die Umweltziele Landwirtschaft

messen und die Wirkung der Biodiversitätsförderflächen zur Erreichung des Teilziels 1 betreffend Arten und Lebensräume evaluieren (Kapitel 6.7). Ende 2019 wurde der erste 5-Jahres-Erhebungszyklus von ALL-EMA abgeschlossen. Die ersten Ergebnisse wurden 2021 in einem Zustandsbericht dokumentiert (→ Meier et al. 2021). Sie zeigen, dass die Arten- und Lebensraumvielfalt in tieferen landwirtschaftlichen Zonen sowohl auf lokaler wie auf Landschaftsebene deutlich niedriger ist als in höheren Zonen, obwohl das naturräumliche Potenzial das Gegenteil erwarten lässt (Abb. 22). So nimmt beispielsweise die Anzahl an Pflanzen- und Tagfalterarten pro Untersuchungsquadrat von der Bergzone über die Hügelzone bis zur Talzone kontinuierlich und markant ab.

In den tieferen Zonen gibt es also ein ausgeprägtes Biodiversitätsdefizit. Der Hauptgrund dafür liegt vermutlich darin, dass die Landnutzungsintensität in den tieferen Zonen höher ist als in den höheren. Diese Vermutung wird durch den Indikator «Mittelwerte der Nährstoffindikatoren der Pflanzenarten in den Probeflächen» gestützt, der in den tiefer gelegenen Regionen am höchsten ist (Abb. 22). Bei hohen Nährstoffeinträgen kann es zu einer

Abb. 21: Von 1900 bis 2010 sind rund 95 % der Trockenwiesen und -weiden in der Schweiz verschwunden.

Trockenwiesen und -weiden



Vereinheitlichung der Vegetation und zu einem Rückgang der Artenvielfalt kommen.

Erhebungen im Rahmen des BDM zeigen, dass in den letzten 10 Jahren die Vielfalt an Pflanzengemeinschaften in den höheren Lagen nahezu konstant blieb, während sie im Mittelland kontinuierlich abnahm (Abb. 23). Obschon sich der Trend zur Vereinheitlichung des Grünlands in den letzten zehn Jahren etwas abgeschwächt hat, breiten sich in den tieferen Lagen weiterhin konkurrenzstarke häufige Arten aus, und spezialisierte Arten verschwinden. Die Analyse der Pflanzenzusammensetzung in diesen Lagen weist auf ein hohes Nährstoffangebot in den Böden hin.

Die fortschreitende Vereinheitlichung des Grünlands zeigt sich auch anhand der Vorkommen von Schneckenarten. Seit Beginn der 2000er-Jahre sind sich die Schnecken-Gemeinschaften der 1600 Untersuchungsflächen in Schweizer Wiesen und Weiden ähnlicher geworden; seltene und spezialisierte Arten verschwinden tendenziell (Box S. 61).

6.5 Hohe Nährstoffeinträge

Die hohen Nährstoffeinträge in gewissen Regionen sind auch eine Folge der hohen Nutztierbestände, deren Haltung nur dank Futtermittelimporten möglich ist. Seit 1990 haben sich

diese Importe verdoppelt. Heute wird 60 % des verwendeten Kraftfutters aus dem Ausland importiert: über eine Million Tonnen pro Jahr. Auf Betrieben mit hohen Tierbeständen ist die Einhaltung einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz eine Herausforderung und drängt die Bewirtschafter dazu, ihre Flächen mehr zu düngen oder einen Teil des Düngers zu anderen Betrieben zu exportieren (Abb. 24).

Hohe Tierbestände führen zu hohen Hofdüngermengen (v. a. Gülle) mit hohen Stickstoffemissionen in die Atmosphäre, vor allem in Form von Ammoniak. Die Gase entweichen sowohl bei der Haltung der Tiere als auch bei der Lagerung und dem Ausbringen von Hofdünger. Deshalb ist die flächendeckende Umsetzung von Massnahmen gemäss dem «Stand der Technik» von grosser Bedeutung.

Als Umweltziel für die Landwirtschaft sind maximal tolerierbare Ammoniak-Emissionen in der Höhe von 25 000 Tonnen Stickstoff pro Jahr festgelegt, doch werden heute ca. 41 300 Tonnen emittiert (→ Kupper et al. 2022). Zusätzlich wird Stickstoff in Form von Stickoxiden bei Verbrennungsprozessen freigesetzt, hauptsächlich im Verkehr und in der Industrie. Die Stickoxidemissionen betragen heute rund 20 000 Tonnen Stickstoff. Diese Stickstoffverbindungen werden über die Luft verfrachtet und belasten als Immission empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Wiesen und Moore (Abb. 25) (→ Roth et al. 2015).

Gefährdete Pflanzenarten werden immer seltener

Für die Überarbeitung der Roten Liste der Gefässpflanzen aus dem Jahr 2002 hat Info Flora ein schweizweites Projekt auf die Beine gestellt, das in seiner Dimension weltweit einzigartig ist: 420 ehrenamtliche Botanikerinnen und Botaniker haben zwischen 2010 und 2016 über 8000 bekannte Fundstellen der 713 seltensten und gefährdetsten Pflanzenarten der Schweiz überprüft. Die Suche war oft erfolglos: 27 % der Populationen konnten nicht wiedergefunden werden. Arten, die als besonders stark gefährdet gelten, verloren gar 40 % ihrer Populationen im Vergleich zu den Fundangaben, die aus den letzten 10 bis 50 Jahren stammen (→ Kempel et al. 2020). Diese Zahlen sind alarmierend. Viele Arten kommen nur noch in einzelnen Populationen vor. Wenn weiterhin Populationen

dieser Arten verloren gehen, ist es nur eine Frage der Zeit, bis diese Arten in der Schweiz aussterben.

Von den 2613 Gefässpflanzen-Arten und -Unterarten, die für die neue Rote Liste (2016) bewertet wurden, mussten 725 (28 %) als gefährdet oder ausgestorben eingestuft werden; zusätzlich wurden 415 Arten und Unterarten (16 %) als potenziell gefährdet eingestuft (→ Bornand et al. 2016). Vergleiche mit der alten Roten Liste (2002) zeigen, dass sich die Gefährdungssituation für die Gefässpflanzen leicht verschärft hat. Besonders hohe Anteile an bedrohten Pflanzenarten weisen die Gewässer, Ufer, Moore, Trockenwiesen tieferer Lagen sowie Äcker und Weinberge auf. Am geringsten ist der Gefährdungsanteil in Wäldern, alpinen Lebensräumen und in Fettwiesen.

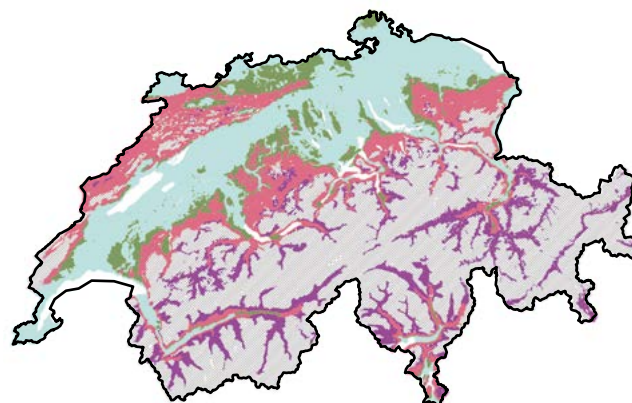
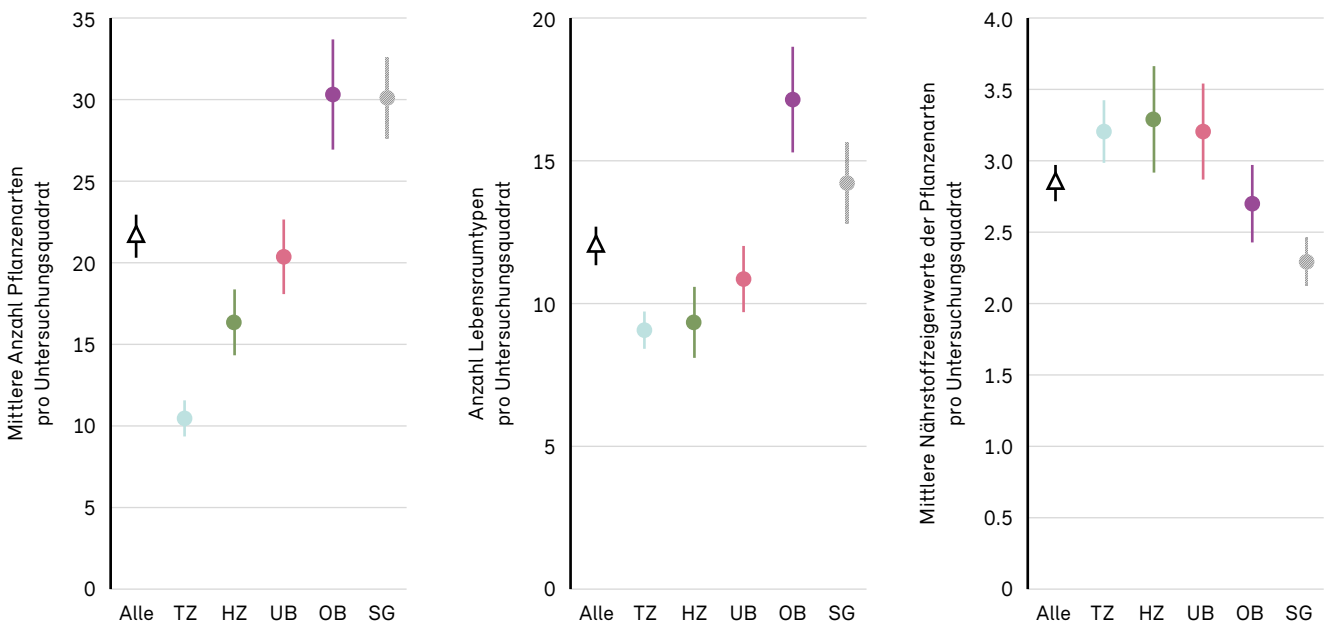
Bedrohte Schnecken

Insgesamt 250 Schneckenarten leben in der Schweiz. 200 sind Landschneckenarten; davon haben 170 ein Gehäuse. Ob im Wald, im Kulturland oder im Siedlungsraum, für die meisten Landschneckenarten haben sich in den letzten 100 Jahren die Lebensraumqualität und das besiedelbare Areal deutlich verkleinert. Die zunehmende Fragmentierung ihrer Lebensräume führt viele Schneckenpopulationen in eine komplette Isolation. Die

schwierigen Lebensbedingungen der Landschnecken spiegeln sich in der Roten Liste der Weichtiere wider: Von den 181 bewerteten Landschneckenarten der Schweiz sind 72 Arten (40 %) gefährdet und 29 Arten potenziell gefährdet (→ Rüetschi et al. 2012). Grosse Verluste verzeichnen auch die Wassermollusken: Von den 73 in der Roten Liste berücksichtigten Arten (44 Wasserschnecken- und 29 Muschelarten) gelten 43 % als gefährdet.

Abb. 22: Die Biodiversitätsindikatoren von ALL-EMA

Die Indikatoren «Anzahl Pflanzenarten auf lokaler Ebene (pro 10 m²)» und «Anzahl Lebensraumtypen auf Landschaftsebene (pro 1 km²)» zeigen, dass die Arten- und Lebensraumvielfalt in der Tal- und Hügelzone deutlich tiefer ist als in den höheren Zonen. Der Indikator «Mittlere Nährstoffzeigerwerte der Pflanzenarten (pro 10 m²)» weist in den tieferen Zonen höhere Nährstoffwerte aus.



- △ Alle Zonen
- Talzone (TZ)
- Hügelzone (HZ)
- untere Bergzone (UB)
- obere Bergzone (OB)
- Sömmerungsgebiet (SG)

Quelle: Agroscope

Immer weniger Insekten

Würde man alle Insekten zählen, die auf der Erde leben, käme man auf eine 21-stellige Zahl. Schätzungsweise 5,5 Millionen unterschiedliche Arten von Insekten bevölkern den Planeten. Unsere Ökosysteme würden ohne Insekten nicht funktionieren. Die kleinen sechsbeinigen Tiere bestäuben Pflanzen, fördern die Beseitigung toter Organismen, verbessern die Bodenqualität, vertilgen schädliche Artgenossen und sind Nahrung für unzählige andere Tiere (→ Heinrich-Böll-Stiftung et al. 2020).

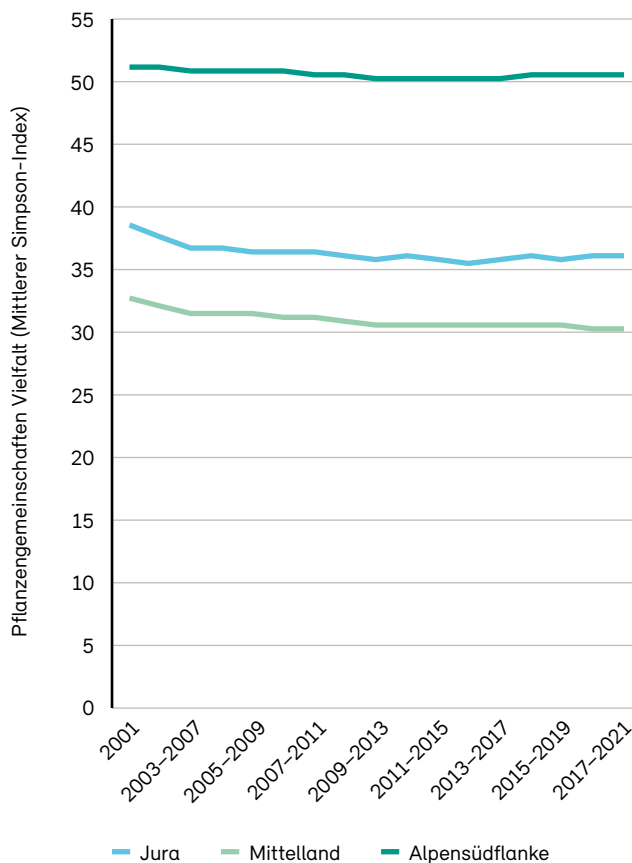
Eine Analyse von Langzeitstudien aus aller Welt kommt zum Schluss, dass die Anzahl landlebender Insekten in den letzten 100 Jahren deutlich abgenommen hat (→ Van Klink et al. 2020). Die Analyse zeigte zwar grosse Unterschiede in den lokalen Trends, im globalen Durchschnitt aber gingen landlebende Insekten wie Schmetterlinge, Heuschrecken oder Ameisen um 0,92 % pro Jahr zurück. Dies klingt vielleicht nicht nach viel, aber es bedeutet 24 % weniger Insekten innerhalb von 30 Jahren und sogar eine Halbierung innert 75 Jahren.

Auch in der Schweiz sind die Bestände und die Vielfalt der Insekten stark rückläufig (→ SCNAT 2019b). Am stärksten betroffen sind die Insekten des Landwirtschaftsgebietes, gefolgt von Arten der Gewässer. Die für den Rückgang der Insekten verantwortlichen Ursachen sind weitgehend bekannt: Geeignete Lebensräume für Insekten sind selten geworden und werden weiterhin beeinträchtigt (z. B. durch Dünger, Pestizide, zu frühe Mahd der Wiesen, grossflächig synchrone Schnittzeitpunkte, neue Mahdtechniken, Lichtverschmutzung). Massive Insektenschwunde zeigen sich auch in Naturschutzgebieten, die im intensiv genutzten Agrarland eingebettet sind. Erhebungen in 63 deutschen Schutzgebieten dokumentieren zwischen 1989 und 2016 einen Rückgang von 76 % der Fluginsekten-Biomasse (→ Hallmann et al. 2017). 2019 hat der Bund eine Auslegeordnung zum Thema Insektensterben erstellt. Darin werden die nachgewiesenen Ursachen für den Rückgang der Insekten beschrieben, die bereits existierenden Massnahmen zur Erhaltung der Insekten aufgelistet und der Handlungsbedarf ausgewiesen (→ UVEK 2019).

So verwandeln sich auch artenreiche Magerwiesen, die nicht direkt gedüngt werden, in artenärmere, eintönigere Flächen. Betroffen sind auch geschützte Flachmoore. Eine Untersuchung der Pflanzenarten in alpinen Heuwiesen zeigt, dass die leichte Abnahme der Stickstoffdeposition im letzten Jahrzehnt (v. a. infolge abnehmender Stickstoffemissionen aus dem Verkehr) noch nicht zu einer erkennbaren Erholung der Artengemeinschaften geführt hat (→ Roth et al. 2013). In den Heuwiesen blieb die Artenzahl zwar nahezu konstant, viele konkurrenzschwache (oligotrophe) Arten wurden aber durch konkurrenzstarke (eutrophe) Arten ersetzt, die vom hohen Nährstoffangebot profitieren (→ Roth et al. 2019). Auch der Lebensraum vieler Vogelarten wie Wendehals und Gartenrotschwanz,

Abb. 23: Im Mittelland nimmt die Vielfalt an Pflanzengemeinschaften ab, während sie in den höheren Lagen in den letzten 10 Jahren konstant blieb.

Simpson-Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig) aller paarweisen Vergleiche der Stichprobenflächen, in Prozent. Mittelwerte über einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren.



die bei der Nahrungssuche oder für die Nestanlage auf eine lückige, niedrige Vegetation angewiesen sind, wird stark beeinträchtigt (→ Knaus et al. 2018).

Die zu hohen Stickstoffimmissionen wirken sich auch negativ auf die Insekten und deren Leistungen zugunsten der Landwirtschaft (Bestäubung, Schädlingsbekämpfung) aus (→ Näthe 2019). Wildbienen, Käfer und Tagfalter, die auf bestimmte Pflanzen spezialisiert sind, können ihre Nahrungsgrundlage verlieren.

Eine Analyse mit Daten des BDM zeigt, dass die Tagfaltervielfalt markant abnimmt, wenn die Vegetation schattiger wird oder der Anteil der eutrophen Pflanzenarten zunimmt (→ Forum Biodiversität 2022). Vor allem die an bestimmte Pflanzen(gruppen) gebundenen Schmetterlinge reagieren sensibel auf die Vegetationsänderung. Das BDM stellt einen erheblichen Rückgang der Spezialisten seit 2003 fest (−6,3 %), während die häufigen Arten in den letzten 15 Jahren zugenommen haben (+8,9 %). Besonders ausgeprägt ist der

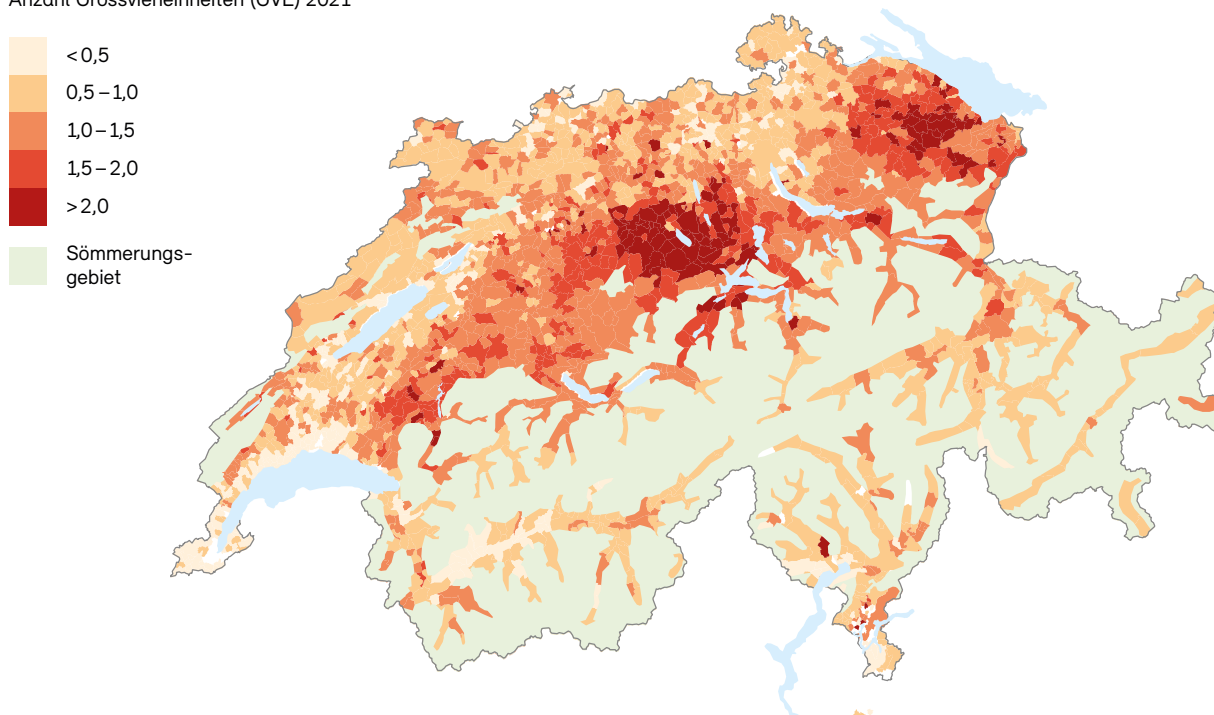
Rückgang der Artenvielfalt im Mittelland, wo sich die Artengemeinschaften immer ähnlicher werden (Abb. 26).

Im April 2022 hat der Bundesrat ein Verordnungspaket verabschiedet, das einen ersten Teil der parlamentarischen Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» umsetzt. Eines der Ziele der Initiative besteht darin, die Nährstoffverluste bis 2030 zu reduzieren. Der Bundesrat hat das Reduktionsziel bei mindestens 20 % angesetzt. Um diese zu erreichen, wird unter anderem ab 2024 die Toleranzgrenze von 10 %, die bei der Berechnung der Düngerbilanz bisher angewendet wurde, abgeschafft. Künftig müssen Kraftfutter- und Düngelieferungen sowie das Inverkehrbringen und die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln besser dokumentiert werden. Die gesammelten Daten sollen eine solide Informationsgrundlage für den Agrarsektor und den Bund bilden und den Betriebsleitenden ermöglichen, das Betriebsmanagement zu verbessern und die Massnahmen zur Erreichung der Umweltziele effizienter zu wählen.

Abb. 24: Die Grossvieheinheiten (GVE) pro Hektare landwirtschaftlicher Nutzfläche

Der Vergleich mit Abbildung 25 verdeutlicht den engen regionalen Zusammenhang zwischen den Überschreitungen der maximal tolerierbaren Stickstoffbelastung und der jeweiligen Nutztierdichte.

Anzahl Grossvieheinheiten (GVE) 2021



Quelle: BLW

6.6 Pflanzenschutzmittel schädigen Bestäuber

Im Ackerland und in den Spezialkulturen (Reben, Obst und Gemüse) beeinträchtigt der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) die Biodiversität. Jährlich werden in der Schweiz etwa 2000 Tonnen PSM eingesetzt (→ BLW 2022), schätzungsweise 85–90 % davon in der Landwirtschaft (→ Vision Landwirtschaft 2016). Von den rund 500 in der Schweiz zugelassenen PSM gelten über 300 als Pestizide. Als biologisch aktive Stoffe wirken diese direkt akut oder chronisch auf Organismen und können diese töten oder deren Fortpflanzung, Entwicklung, Gesundheit und Verhalten beeinflussen. Insektizide und Fungizide wirken aber nicht nur auf Zielorganismen, sie schädigen zahlreiche andere Lebewesen:

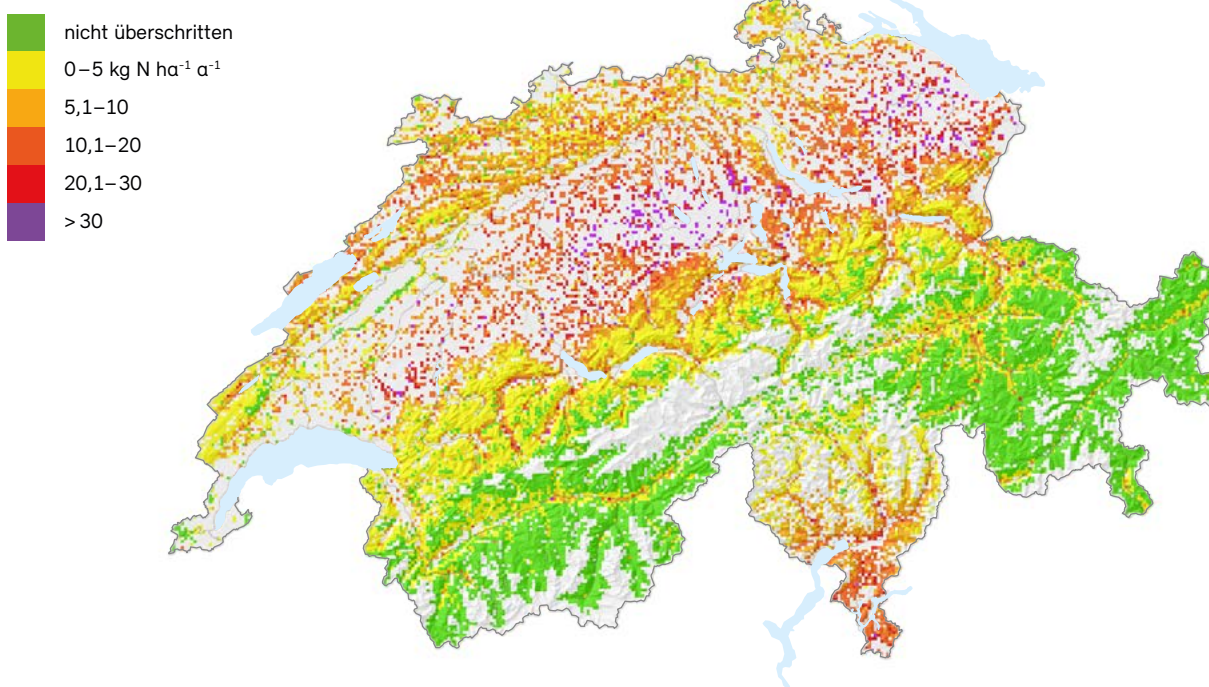
u. a. Bodenorganismen, Bienen, Hummeln, Vögel, Amphibien, Käfer und Schmetterlinge (→ Niggli et al. 2020).

Die Schädigung der Insekten wirkt sich auch auf die Vögel aus (Box S. 65): Rund 40 % der Schweizer Brutvogelarten ernähren sich fast ausschliesslich von Insekten; weitere 25 % haben eine gemischte Ernährung, ziehen ihre Jungen aber vorwiegend mit Insekten auf (→ Knaus et al. 2018). Als Folge des Verlusts an Insekten verlieren viele Vögel – aber auch zahlreiche weitere Tierarten – ihre Nahrungsgrundlage. In den letzten 30 Jahren ist parallel zum Insektenchwund der Bestand von insektenfressenden Vogelarten im Kulturland um 60 % eingebrochen (→ Knaus et al. 2018), während die Bestände im Wald sowie jene von Vögeln mit gemischter Ernährung zugenommen haben.

Abb. 25: Die Überschreitung der Critical Loads für Stickstoff für das Jahr 2020

Diese maximal tolerierbaren Stickstoffeinträge sind bei den meisten Biotopen deutlich überschritten.

Überschreitung der Critical Loads für Stickstoff, 2020



Quelle: BAFU

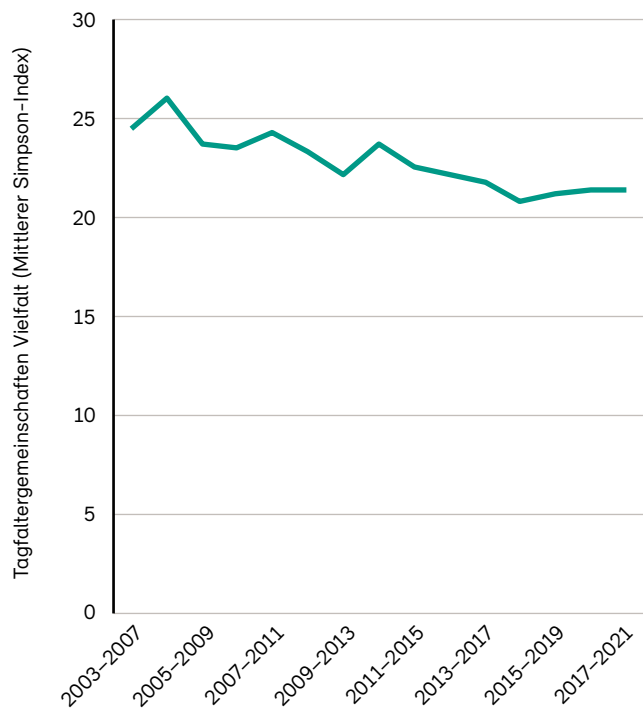
Gefährdete Vogelarten des Kulturlands mit anhaltenden Verlusten

Für die Gesamtheit der regelmässig in der Schweiz brütenden Vogelarten verlief die Entwicklung in den letzten 30 Jahren ausgeglichen. Die Entwicklung der gefährdeten Arten, die 39 % der Schweizer Brutvögel ausmachen, zeigt dagegen weiterhin nach unten. Seit 1990 haben die Bestände dieser Arten um mehr als 40 % abgenommen. Auch wenn die Abwärtsspirale zuletzt etwas abgebremsst werden konnte, lässt eine Erholung

weiter auf sich warten, insbesondere bei den Kulturlandarten (→ Knaus et al. 2021a). Das Rebhuhn konnte 2019 in der Schweiz nicht mehr nachgewiesen werden. Noch Mitte des 20. Jahrhunderts schätzte man den Bestand des Rebhuhns in den Schweizer Ackerbaugebieten auf rund 10 000 Individuen. Auch die Bestände der Feuchtgebiete sind nach wie vor klein. Zugenommen haben die Bestände einiger Arten, die in den durch den Menschen stark veränderten Landschaften gut zurechtkommen, wie die Saatkrähe und der Rotmilan (→ Knaus et al. 2020).

Abb. 26: Die Vielfalt der Tagfalter-Artengemeinschaften hat im Mittelland in den letzten Jahren abgenommen.

Die Artengemeinschaften werden sich hier immer ähnlicher. Simpson-Index von 0 (einheitlich) bis 100 (vielfältig) aller paarweisen Vergleiche der Stichprobenflächen, in Prozent. Mittelwerte über einen Zeitraum von jeweils fünf Jahren.



Quelle: BDM

Herbizide stören das Artengefüge im Ackerland stark. Durch regelmässige Anwendungen verarmt der Samenvorrat im Boden, und es entstehen artenarme, grasdominierte Unkrautgesellschaften. Die Ackerbegleitflora zählt heute zu den bedrohtesten Pflanzengruppen der Schweiz: 42 % ihrer Arten gelten als gefährdet (→ Bornand et al. 2016). Ein Teil der Ackerbegleitflora ist konkurrenzschwach und hemmt das Wachstum des Getreides kaum. Für bestäubende Insekten, Feldlerchen und Feldhasen sind diese Kräuter eine wichtige Nahrungsgrundlage.

PSM sind nicht nur am Ort der Anwendungen und in den nahen Gewässern eine Gefahr für die Biodiversität. Studien zeigen, dass sich einige Wirkstoffe (z. B. Glyphosat) über die Luft lokal verteilen und andere Wirkstoffe kilometerweit verfrachtet werden (z. B. Pendimethalin, Prosulfocarb) (→ Hofmann et al. 2017), wobei sie auch alpine Höhen erreichen können (→ Ferrario et al. 2017). Die 2020 erstmals durchgeführten Erhebungen von PSM in Biotopen von nationaler Bedeutung haben gezeigt, dass die gesetzlichen Grenzwerte für mehrere Wirkstoffe überschritten wurden. In diesen für die biologische Vielfalt besonders wichtigen Gebieten sollten die Konzentrationen gleich null sein.

Um die unerwünschten Auswirkungen der PSM zu begrenzen, hat der Bundesrat 2017 den Aktionsplan Pflanzenschutzmittel verabschiedet (→ Bundesrat 2017). Die Risiken sollen halbiert und Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gefördert werden. Im Aktionsplan sind 8 Leitziele und 12 konkrete Zwischenziele definiert sowie rund 50 Massnahmen aufgeführt. Im Zentrum der meisten Massnahmen

stehen die Stärkung des Schutzes der Gewässer und die Reduktion des Einsatzes von PSM. Im Blick hat man aber auch die Böden: Bis 2027 soll ein Monitoring für PSM-Rückstände in landwirtschaftlich genutzten Böden aufgebaut werden. Ausserdem werden Indikatoren zur Bewertung von Bodenqualität (Bodenfruchtbarkeit) entwickelt, welche zur Risikoabschätzung nötig sind.

Die parlamentarische Initiative 19.475 «Das Risiko beim Einsatz von Pestiziden reduzieren» fordert, dass die mit dem Einsatz von PSM verbundenen Risiken bis 2027 um 50 % reduziert werden. In der Folge verabschiedete das Parlament das Bundesgesetz über die Verminderung der Risiken durch den Einsatz von Pestiziden. Im April 2022 verabschiedete der Bundesrat ein Verordnungspaket. Neu dürfen keine Pflanzenschutzmittel mehr verwendet werden, deren Wirkstoffe ein hohes potenzielles Risiko aufweisen – falls risikoärmere Alternativen zur Verfügung stehen. Ausserdem müssen die Betriebe die Verfrachtung von PSM von den behandelten Parzellen reduzieren. Schliesslich schaffen neue Direktzahlungsprogramme finanzielle Anreize, um die Reduktion des PSM-Einsatzes auf Ackerflächen und in Spezialkulturen voranzutreiben.

6.7 Wirkung von Biodiversitätsförderflächen

Um den ökologischen Ausgleich der Intensivnutzung sicherzustellen, wurden in den 1990er-Jahren die Biodiversitätsförderflächen (BFF) eingeführt. Die Ausscheidung von BFF auf mindestens 7 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (3,5 % für Spezialkulturen) ist Teil des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN). Die Erfüllung des ÖLN ist Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen. Als BFF gelten extensiv genutzte Wiesen und Weiden, Streuflächen, Hecken, Feldgehölze oder Buntbrachen.

Zwischen 2000 und 2010 hat sich die Fläche der BFF kaum verändert, doch seit 2011 ist eine deutliche Zunahme zu verzeichnen. 2020 betrug ihr Anteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche 19 % (ohne Sömmerungsgebiete); 43 % der BFF-Fläche erreicht die Qualitätsstufe II, 78 % sind in ein Vernetzungsprojekt integriert (→ BLW 2022). Die ersten Ergebnisse von ALL-EMA zeigen, dass das Förderkonzept der Biodiversitätsbeiträge seine Wirkung zeigt. In BFF QII ist die Arten- und Lebensraumvielfalt am

höchsten, in BFF QI tiefer und in vergleichbaren Kontrollflächen ausserhalb der BFF am tiefsten. Der Unterschied in der Arten- und Lebensraumvielfalt zwischen BFF und Kontrollflächen nimmt von der Talzone zum Sömmerungsgebiet ab. Dies zeigt die Bedeutung von BFF in den Gebieten mit dem grössten Defizit an Biodiversität – jene in den tieferen Lagen. Die Bedeutung der BFF ist aber auch in höheren Lagen gross. Beispielsweise würde dort die Bewirtschaftung schlecht zugänglicher Flächen ohne die Biodiversitätsbeiträge eher aufgegeben; dadurch würden Flächen verbuschen, was auch eine Gefahr für den Arten- und Lebensraumreichtum darstellt.

Trotz der beeindruckenden Zunahme von BFF und ihrer Wirkungen auf die Biodiversität sind die operationalisierten Umweltziele Landwirtschaft (→ BAFU/BLW 2008) in den Bereichen Arten- und Lebensräumen nicht erreicht (→ BAFU/BLW 2016). Mit den bestehenden BFF ist die Erhaltung von vielen Ziel- und Leitarten (insgesamt 1700) nicht gesichert. Um diese Ziele erreichen zu können, müsste die Qualität der BFF verbessert werden (→ BLW 2019).

PSM-Rückstände in landwirtschaftlichen Böden

Ein grosser Teil der angewendeten PSM gelangt in den Boden der behandelten Flächen, wobei dieser einen wichtigen Beitrag leistet, um PSM-Wirkstoffe abzubauen. Trotzdem können zahlreiche PSM-Rückstände auch Jahrzehnte später im Boden nachgewiesen werden (→ Chiaia-Hernandez et al. 2017). Selbst in Böden, welche bereits über einen längeren Zeitraum (>20 Jahre) biologisch bewirtschaftet werden, fanden Forschende im Rahmen einer Untersuchung auf 100 Schweizer Acker- und Gemüsebaufeldern Rückstände von bis zu 16 verschiedenen Wirkstoffen (→ Riedo et al. 2021). Sie stammen entweder aus der Zeit, in der auf dem entsprechenden Feld noch PSM angewendet wurden, oder sie wurden durch Wind oder Wasser aus benachbarten Feldern eingetragen. Zudem zeigten die Analysen, dass die Konzentration und Anzahl an PSM-Rückstände im Boden eine negative Beziehung zum mikrobiellen Bodenleben und zu nützlichen Bodenpilzen haben. Das deutet darauf hin, dass die Anwendung von PSM, nicht zuletzt wegen ihrer teilweisen Beständigkeit, langfristige Auswirkungen auf das Bodenökosystem haben könnte.

In der Tal- und Hügelizeone gibt es noch zu wenig BFF mit ausreichender ökologischer Qualität. BFF-Typen, die auf offenem Ackerland angelegt werden (z. B. Rotationsbrachen, Buntbrachen, Ackerschonstreifen, Blühstreifen), machen mit insgesamt etwa 1 % nur einen sehr kleinen Teil der Ackerfläche aus. Sie wären besonders wichtig für bodenbrütende Arten wie die Feldlerche oder das Braunkehlchen und um die Qualitätsdefizite im Talgebiet zu beheben.

Weitere Analysen mit Daten von ALL-EMA zeigen, dass viele BFF-Wiesen immer noch kaum artenreicher sind als das intensiv genutzte Landwirtschaftsland. Durchschnittlich sind nur 13 % der als BFF eingeteilten extensiv genutzten Wiesen tatsächlich artenreiche Magerwiesen, und nur 35 % der wenig intensiv genutzten BFF-Wiesen sind artenreiche Fettwiesen (→ Riedel et al. 2019). Im Talgebiet und den tiefer gelegenen Bergregionen sind diese Anteile deutlich geringer als in den oberen Bergregionen. Als Hauptgrund führen die Forschenden die schlechte Standortwahl auf: Eine artenreiche Magerwiese gedeiht nicht überall; abiotische Umweltbedingungen wie die Neigung, die Exposition oder die Anzahl Regentage spielen eine wichtige Rolle. Auch gilt es, die ursprüngliche Vegetation des Grünlands besser zu berücksichtigen. Entscheidend ist zudem die Art der Bewirtschaftung: Die ALL-EMA-Daten zeigen, dass eine Kombination aus begünstigenden abiotischen Bedingungen und eine tiefe Bewirtschaftungsintensität die Anzahl Pflanzenarten in den BFF am stärksten positiv beeinflussen.

Untersuchungen im Rahmen von ALL-EMA zeigen auch, dass eine grosse Vielfalt an Kleinstrukturen und die Zugehörigkeit zu einem Vernetzungsprojekt die Arten- und Lebensraumvielfalt im Agrarland deutlich erhöhen können. Ein grosser Teil der Tierarten des Grünlandes ist auf Strukturen – Hecken, Ast- und Steinhaufen, Gräben, Feucht- und Nassstellen etc. – angewiesen (Box S. 67).

Vernetzungsbeiträge werden mit dem Ziel ausgerichtet, Biodiversitätsförderflächen an Stellen anzulegen, die für die Biodiversität von zentraler Bedeutung sind. Durch das Anlegen von BFF an bestimmten Stellen, können die Verbindungen zwischen Populationen verbessert und so

der genetische und demografische Austausch innerhalb der Arten und der natürlichen Umgebung gewährleistet werden. Des Weiteren werden im Rahmen von Vernetzungsprojekten arten- und lebensraumspezifische Massnahmen umgesetzt, um spezifische Arten gezielt zu fördern.

Allerdings zeigt eine Evaluation der Schweizerischen Vogelwarte im Auftrag des BAFU (→ Jenny et al. 2018), dass das «grosse Potenzial dieses Förderinstruments zur betriebsübergreifenden, regionalen Förderung der Biodiversität» noch nicht ausgeschöpft wird. Die Evaluation offenbart vor allem Schwächen in den Bereichen «Beratung» und «Qualität der Fördermassnahmen». Die Anforderungen der Kantone und der Trägerschaften an Vernetzungsflächen sind nicht oder zu wenig auf die Ansprüche von Ziel- und Leitarten ausgerichtet. Um die erkannten Schwächen zu beheben, sind teilweise grundlegende Korrekturen am Konzept und an den Rahmenbedingungen für Vernetzungsprojekte unumgänglich. Vernetzungsprojekte haben ein hohes Verbesserungspotenzial für die Förderung der Biodiversität, da sie als Mittel für eine bessere Einbindung der BFF in die ökologische Infrastruktur dienen könnten.

Erfolgreiche Förderung der Wiesel

Wie sich typische, aber selten gewordene Arten des Kulturlands erfolgreich fördern lassen, zeigt das Projekt «Wiesellandschaft Schweiz» (→ Wiesel Patchwork Seetal 2008). Um den starken Rückgang des Wiesels im Mittelland zu stoppen, werden insgesamt elf regionale Förderprojekte umgesetzt. Im Fokus steht dabei die Aufwertung und Vernetzung der Kulturlandschaften mit Kleinstrukturen wie Hecken sowie Ast- und Steinhaufen, auf die beispielsweise Hermelin und Mauswiesel angewiesen sind. Der am Projekt beteiligte Jurapark Aargau bietet etwa für Landwirte sowie Jäger und Forstarbeiter Beratungen und Kurse an, in denen gezeigt wird, wie Lebensräume vernetzt und Kleinstrukturen, die den Wiesel als Aufzucht-kammern für ihre Jungen dienen, angelegt werden können. Von den Fördermassnahmen profitieren auch die beteiligten Landwirte: Viele von ihnen haben heute weniger Probleme mit Mäusen.

Die BFF sind zwar Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Sie leisten jedoch auch einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der Ökosystemleistungen wie Bodenfruchtbarkeit, Bestäubungsleistung oder Wasserhaushalt sowie zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität. Mit der Weiterentwicklung der Biodiversitätsbeiträge im Rahmen der Agrarpolitik wird bezweckt, dass die Biodiversitätsförderung punktuell vereinfacht und die Wirkung der Beiträge durch eine stärkere Zielausrichtung erhöht werden. Um die Biodiversitätsdefizite im Ackerbaugebiet zu beheben, hat der Bundesrat im April 2022 per Verordnung erlassen, dass ab 2024 auf mindestens 3,5 % der Ackerfläche spezifische Biodiversitätsförderflächen angelegt werden. Zudem will er im Rahmen seines Gegenvorschlags zur Biodiversitätsinitiative die Qualität der BFF steigern.

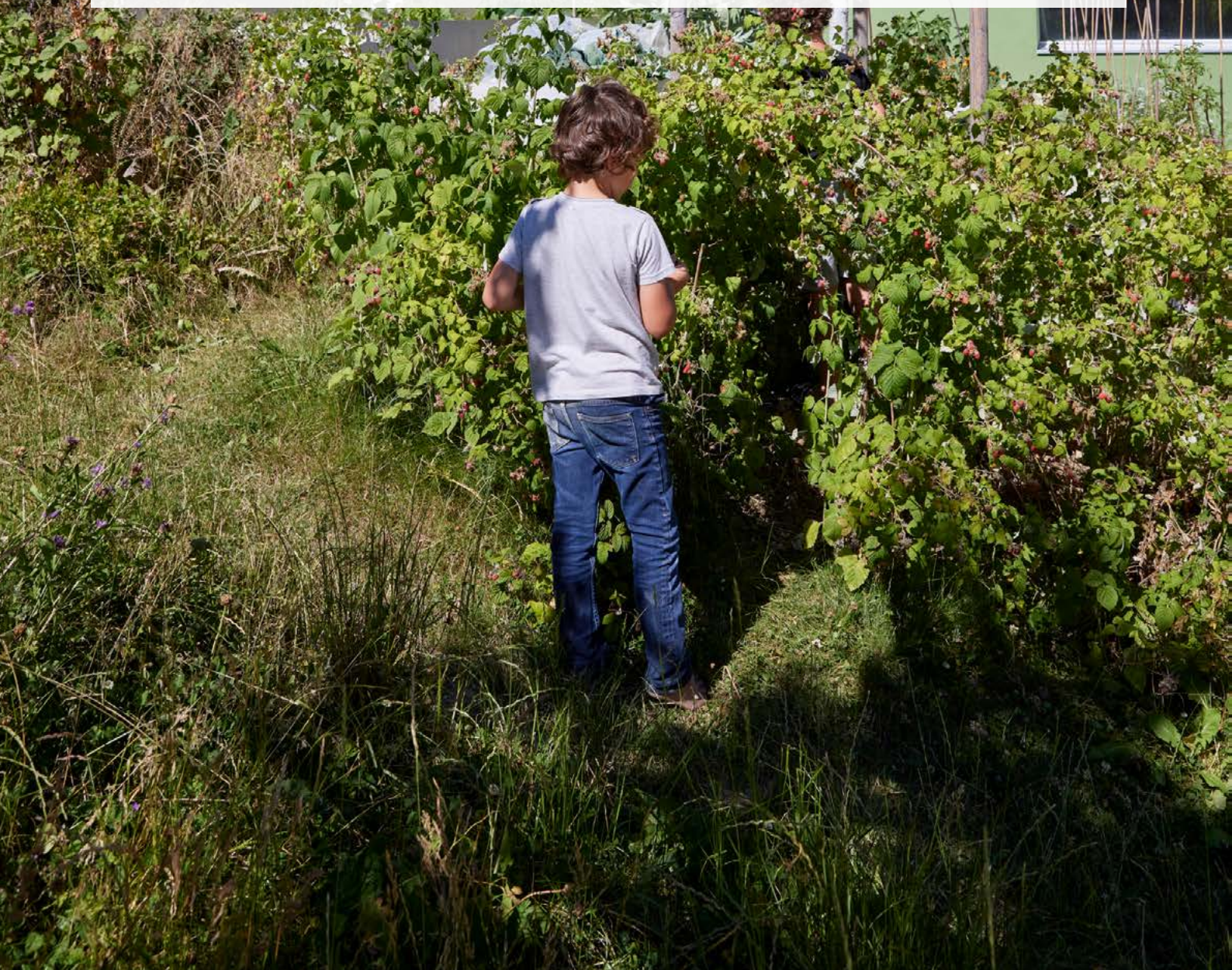
Artenvielfalt steigt mit mehr und besseren Biodiversitätsförderflächen

Mehrere Studien zeigen, dass hochwertige Biodiversitätsförderflächen (BFF) einen positiven Effekt auf die Vielfalt an Pflanzen und typischen Tierarten des mageren Grünlands haben (→ Birrer et al. 2019). Im Kanton Basel-Landschaft etwa wurde im Rahmen einer Erfolgskontrolle der Biodiversitätsförderung im Landwirtschaftsgebiet (2010–2016) nachgewiesen, dass auf BFF mit Qualitätsstufe II viermal mehr Tagfalter-Arten und zehnmal mehr Tagfalter-Individuen vorkommen als in der durchschnittlichen landwirtschaftlichen Nutzfläche.

BFF wirken auch auf grossräumiger Landschaftsebene: Eine Auswertung von BDM-Daten aus 44 Landschaftsquadraten (je 1 km²) im Mittelland zeigt, dass in Gebieten mit einem höheren Anteil an BFF deutlich mehr Tagfalter- und Brutvogelarten sowie Individuen vorkommen (→ Zingg et al. 2019). Steigt der Anteil der BFF-Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 5 auf 15 %, nimmt die Artenvielfalt der Tagfalter um 22 % und jene der Brutvögel um 10 % zu. Die Brutvögel profitieren vor allem von BFF mit hoher ökologischer Qualität.

7 Siedlungsraum

Unsere Dörfer und Städte beherbergen bemerkenswert viele Tier-, Pilz- und Pflanzenarten. Sie dienen teils als Refugien für Arten, die in den Wirtschaftswäldern, an den verbauten Gewässern und im intensiv genutzten Agrarland keine Lebensräume mehr finden. Doch der Druck auf die Biodiversität im Siedlungsraum ist hoch: Bodenversiegelungen, Luftbelastungen, Lichtemissionen, Biozide und Pflanzenschutzmittel sowie eine intensive Pflege und monotone Gestaltung von Privatgärten und öffentlichen Freiräumen schränken die Biodiversität immer stärker ein. Um sie erhalten und fördern zu können, braucht es ausreichend grosse Flächen und eine Vernetzung mit dem Umland. Der Bund hat mit dem aktualisierten Landschaftskonzept Schweiz Qualitätsziele festgelegt, an der sich die Raumplanung zu orientieren hat: Gefordert werden u. a. eine qualitätsvolle Siedlungsentwicklung nach innen, vielfältige naturnahe Grün- und Gewässerräume sowie eine aktive Gestaltung der Siedlungsränder, sodass der Siedlungsraum einen Beitrag zur ökologischen Vernetzung leistet.



Bedeutung der Siedlungsnatur für den Menschen

Strukturreiche Grünflächen und eine hohe Durchgrünung des Siedlungsraums sind nicht nur für Tiere und Pflanzen nützlich, sie verbessern auch die Lebensqualität und das Wohlbefinden der Menschen. Dieser Einfluss steigt mit zunehmender Vielfalt an Pflanzen, Tagfaltern und Vögeln in den Grün- und Freiräumen (→ Scopelliti et al. 2012, Korpela et al. 2018, Carrus et al. 2015). In Parkanlagen und Naherholungsgebieten findet die Bevölkerung Erholung und Inspiration, aber auch Möglichkeiten für soziale Kontakte mit Menschen verschiedenen Alters und unterschiedlicher kultureller Prägung. Grün- und Gewässerflächen fördern zudem die Luftzirkulation und verbessern das städtische Mikroklima. Mit dem Klimawandel gewinnen sie – als kühlende Elemente – gerade in den dicht bebauten Städten an Bedeutung. Auch Stadtbäume erbringen vielfältige Leistungen und erhöhen die Wohn- und Aufenthaltsqualität: Ihre Blätter binden Staub und Gase, ihr Wurzelraum speichert Wasser, ihr Schattenwurf gleicht Temperaturextreme aus und reduziert den Kühlbedarf von Bauten. Eine gute Durchgrünung der Siedlungsräume verbessert zudem die Versickerungsleistung bei Starkniederschlägen und senkt das Hochwasserrisiko.

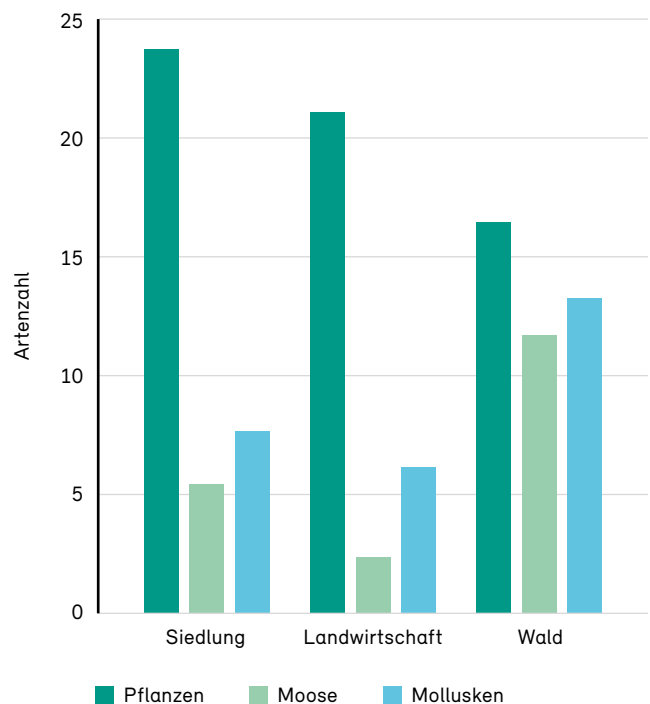
7.1 Erstaunlich hohe Artenvielfalt

In der Schweiz verlief die Verstädterung bis Mitte des 20. Jahrhunderts eher zögerlich, danach aber umso rasanter. Seit 1970 hat sich die Siedlungsfläche fast verdoppelt (siehe BFS, Arealstatistik). Viele ökologisch wertvollen Lebensräume wie südexponierte Trockenwiesen oder Obsthaine im direkten Umfeld der Siedlungen gingen dadurch verloren; zahlreiche Bäche im Bereich der Überbauungen wurden eingedolt und somit wichtige Vernetzungsgebiete für Arten blockiert. Siedlungen können aber auch einen Ersatz für Lebensräume bieten, die aus den intensiv genutzten Landschaften verschwunden sind. Gärten, Park- und Friedhofsanlagen, Einzelbäume und Baumgruppen, Schuttflächen, Brachen, Böschungen entlang von Strassen und Schienen, Kieswege, offene Wasserflächen, begrünte Flachdächer, Fassaden und Mauerritzen bilden ein Mosaik von Lebensräumen, von dem zahlreiche Arten profitieren können.

So wurden im Gemeindegebiet von Bern in den letzten 20 Jahren 1040 einheimische Wildpflanzenarten (inkl. Unterarten) entdeckt, das entspricht ca. 35 % der schweizerischen indigenen Flora (→ Info Flora 2020). Mehr als 100 dieser Arten sind schweizweit gefährdet, 108 Arten zählen zu den National Prioritären Arten. Wie wichtig der Siedlungsraum für die Pflanzen ist, zeigen auch Analysen mit Daten des BDM. Vergleicht man die Artenvielfalt im Siedlungsraum mit den umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen oder dem Wald in ähnlichen Höhenlagen,

Abb. 27: Vergleich der Artenvielfalt von Pflanzen, Moosen und Mollusken zwischen Siedlung, Landwirtschaft und Wald für Aufnahmeflächen unterhalb von 750 m ü. M. und Flächen, die nicht komplett versiegelt waren

Die Artenzahlen im Siedlungsraum sind im Mittel durchwegs höher als diejenigen im Landwirtschaftsgebiet.



Quelle: BDM

zeigt sich, dass der Siedlungsraum eine höhere Artenzahl aufweisen kann (Abb. 27) (Kohli 2005). Bei den Moosen hat sich im Siedlungsraum gar eine eigene Artenzusammensetzung ausgebildet. Das konkurrenzschwache Silbermoos etwa war früher ein eher seltener Bewohner von Felsen und Flussauen und ist heute im Siedlungsraum sehr häufig anzutreffen (→ Dräger 2009).

Als Wärme- und Trockeninseln bieten Städte und Agglomerationen auch geeignete Lebensbedingungen für wärmeliebende Insekten- und Reptilienarten sowie für Pflanzen, die Frost schlecht ertragen und ansonsten nur in südlicheren Gebieten vorkommen. Auch ursprüngliche Felsen- und Höhlenbrüter wie der Hausrotschwanz, die Mehlschwalbe oder der Mauersegler sowie verschiedene Fledermausarten können in Siedlungen zusätzliche Habitats erschliessen (→ Gloor et al. 2010). Allerdings gingen in den letzten Jahren infolge von Gebäudesanierungen und -abrissen viele (potenzielle) Nistplätze und Zugänge an Gebäuden verloren (→ Knaus et al. 2018). Diese Verluste sind jedoch nicht endgültig: Mit künstlichen Nisthilfen lässt sich dem Trend entgegenwirken.

Ein wichtiges Merkmal des Siedlungsraums ist die durch die vielfältigen Bautätigkeiten ausgelöste Dynamik: Diese kommt vor allem den Pionierarten zugute. Ruderalpflanzen etwa können sehr schnell und effektiv einen pflanzenfreien Rohbodenstandort besiedeln. Von diesem Blütenangebot

sowie den kargen Bodenverhältnissen profitieren auch spezialisierte Wildbienen- und Tagfalterarten.

Typisch für den Siedlungsraum sind kleine und meist isolierte Populationen von Tieren und Pflanzen. Das Risiko, dass einzelne Bestände aussterben, ist deshalb gross. Besonders hohen Risiken ausgesetzt sind die wenig mobilen Arten (z. B. Schnecken und Laufkäfer) sowie jene Arten, die nur spezifische Grünräume besiedeln und das bebaute Gebiet meiden (z. B. Amphibien). Die Aufgabe oder die Neuaufnahme einer wirtschaftlichen Tätigkeit oder Nutzungsänderungen in einzelnen Zonen können deren Bestände rasch dezimieren (→ Lambelet-Haueter et al. 2010). Ausserdem hängt die Biodiversität im bebauten Gebiet stark vom Angebot naturnaher Lebensräume in den umliegenden Wäldern, Feldern, Wiesen und Gewässern ab (→ Lambelet-Haueter et al. 2010). Sie lässt sich nur zusammen mit diesen erhalten und ist auf eine gute Vernetzung angewiesen.

7.2 Lebensräume unter Druck

Die Siedlungsflächen bedecken 7,9 % der Fläche der Schweiz (Arealstatistik, Stand 2018 (→ BFS 2022)). Die jüngsten Daten aus der West- und Nordwestschweiz zeigen, dass sich das Siedlungswachstum in den letzten Jahren – parallel zur Bevölkerungsentwicklung – etwas abgeschwächt hat (→ BAFU/WSL 2022). Doch mit

Profiteure und Verlierer der Urbanisierung

Eine Studie mit Daten des BDM (→ Concepción et al. 2015a) zeigt, wie die Raumentwicklung in der Schweiz die Artenzusammensetzung verändert. Bei zunehmender Zersiedlung der Landschaft steigt die Artenzahl der Neophyten sowie der urbanen Vogelarten, während einheimische Pflanzen und bodenbrütende Vögel seltener werden. Auf die Urbanisierung (Zunahme an Siedlungsflächen) reagieren insbesondere die mobilen Arten stark (→ Concepción et al. 2015b). Bei den Pflanzen fördert sie die sehr mobilen Arten wie die typischen Besiedler von Pionierlebensräumen, die sich rasch eine Nische erschliessen können. Hingegen übt die Urbanisierung einen negativen Einfluss auf die stark spezialisierten Vogel- und Tagfalterarten aus. Diese Arten sind zumeist

auf grosse Aktionsräume angewiesen und reagieren sensibel auf Flächenverluste und eine Fragmentierung der Lebensräume. Eine funktionierende ökologische Infrastruktur ist daher für diese Arten unerlässlich.

Mit differenzierten und sorgfältig geplanten Massnahmen im Siedlungsraum kann ein beachtlicher Teil unserer Flora und Fauna gefördert werden. Insbesondere den Agglomerationsgemeinden kommt beim Aufbau einer ökologischen Infrastruktur zur Sicherung des Raums für die Biodiversität eine wichtige Rolle zu, da die Bautätigkeit in diesen Gebieten im Zuge der baulichen Entwicklung gegen Innen am grössten sein wird. Bereits heute leben 85 % der Schweizer Bevölkerung in Agglomerationen, und diese Zahl wird in den nächsten Jahren weiter steigen.

der gesetzlich geforderten Siedlungsentwicklung nach Innen steigt der Druck auf die typischen Lebensräume des Siedlungsraums wie Brachen, Pionierstandorte oder alte, extensiv gepflegte Gärten. Als Folge der dichteren Bebauung, aber auch des Trends zu vermeintlich pflegeleichten Plätzen stieg der Versiegelungsgrad im Siedlungsgebiet zwischen 1982 und 2015 von 59,1 % auf 63,6 %.

Verändert hat sich auch die Art der Versiegelung: Fugelose Asphaltbeläge und Betonmauern ersetzen vielerorts Kopfsteinpflaster, Naturhartplätze und Trockenmauern. Sie machen das Aufkommen tierischen und pflanzlichen Lebens nahezu unmöglich. Ausserdem ist seit einigen Jahren sowohl in den Privatgärten als auch auf öffentlichen Flächen ein Trend zu Schottergärten zu beobachten (→ Bundesrat 2022b, Rotenbühler 2017). Diese Anlagen sind nahezu biodiversitätsfrei und heizen sich im Sommer enorm auf. In vielen Privatgärten finden sich zudem exotische Gehölzarten, die unseren Insekten und Vögeln keine Nahrung bieten. Darunter sind auch invasive Neophyten wie der Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) oder der Sommerflieder (*Buddleja davidii*).

Glasfronten bergen vor allem für Vögel eine grosse Kollisionsgefahr. Gemäss Schätzungen prallen in der Schweiz jedes Jahr mehrere Millionen Vögel an Glasscheiben und sterben an den Folgen. Eine weitere Bedrohung für die Vögel, aber auch für Reptilien, Amphibien und kleine Säuger sind Hauskatzen. Ihre grosse Anzahl in bebauten Gebieten (in der Stadt Zürich leben bis zu 430 Individuen pro km²) übt einen starken Druck auf die Kleinf fauna der Städte aus (→ Kistler et al. 2013). Gemäss einer Schätzung des nationalen Daten- und Informationszentrums für Amphibien und Reptilien töten Hauskatzen jährlich mehr als eine halbe Million Amphibien und Reptilien. Aus diesem Grund können sich diese auch in naturnah angelegten und gepflegten Gärten oft nicht ansiedeln.

Problematisch für die Biodiversität ist auch die in vielen Fällen zu intensive und undifferenzierte Pflege öffentlicher und privater Grünflächen. Eine intensive Pflege mit frühen und mehrmaligen Schnitten fördert das Aufkommen von Generalisten und führt beispielsweise in alten Parkanlagen oder Gärten zum Verschwinden historisch gewachsener Artengemeinschaften.

Reptilien – die am stärksten gefährdete Wirbeltiergruppe in der Schweiz

16 Reptilienarten kommen bei uns vor. Ihre Bestände sind in den letzten Jahrzehnten in weiten Teilen der Schweiz zurückgegangen, manche Arten sind regional sogar ganz verschwunden wie beispielsweise die Aspiviper im nördlichen Jura oder die Schlingnatter in Teilen des Mittellandes. Mittlerweile gelten zwei Arten als «vom Aussterben bedroht», neun als «stark gefährdet» und zwei als «verletzlich»; eine weitere Art gilt als «potenziell gefährdet» und steht ebenfalls unter besonderer Beobachtung. Gefährdet sind vor allem jene Arten, die auf tiefer gelegene Lebensräume angewiesen sind (unterhalb ca. 1000 m ü. M.) und entsprechend unter der Intensivierung der Landwirtschaft und der Zersiedelung leiden.

Sterile Gartenanlagen und fehlende Brutnischen sind auch die Hauptgründe für den Rückgang der Vogelbestände typischer Siedlungsarten. Untersuchungen zeigen, dass etwa die Bestände der Mehlschwalbe, des Grauschnäppers und des Stieglitzes zwischen 1993/1996 und 2013/2016 im Siedlungsgebiet stark abgenommen haben (→ Knaus et al. 2019).

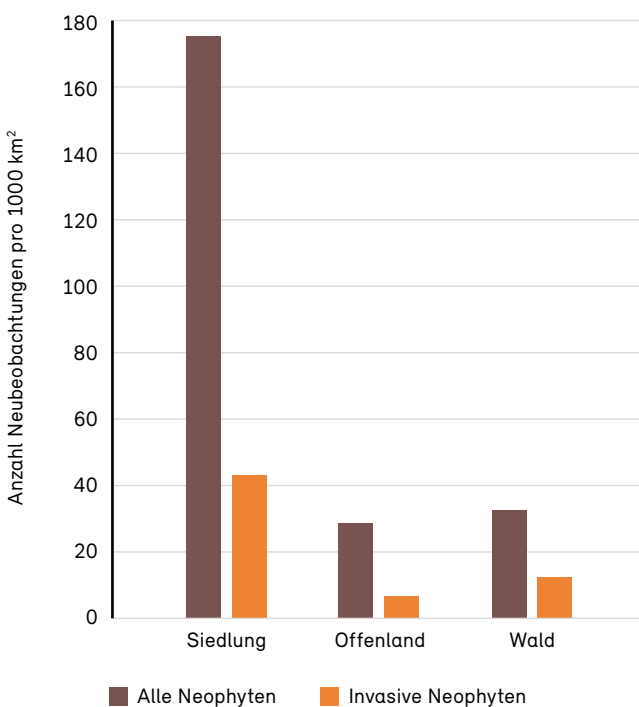
Auch Pflanzenschutzmittel können die Biodiversität im Siedlungsraum beeinträchtigen. Schätzungen gehen davon aus, dass von der gesamten PSM-Wirkstoffmenge 10–15 % im Siedlungsraum und 85–90 % in der Landwirtschaft eingesetzt werden (→ Vision Landwirtschaft 2016). In einer Umfrage des BAFU gab mehr als die Hälfte der Befragten (Private und Fachleute) an, Herbizide im Unterhalt einzusetzen, zum Teil auch auf Flächen, auf welchen die Anwendung nicht erlaubt ist (→ Gubser & Butterweck 2018). Hinzu kommen beträchtliche Mengen an Bioziden (Desinfektionsmittel, Schutzmittel etc.): Werden sie im Aussenbereich angewendet (z. B. an Fassaden), können die Stoffe durch Regen ausgewaschen werden und in die Gewässer gelangen, wo sie potenziell Gewässerlebewesen schaden.

Negativ auf die Fauna und Flora wirkt sich auch das künstliche Licht aus. In den letzten 20 Jahren haben sich die gegen oben gerichteten Lichtemissionen in der Schweiz zwischen 1994 und 2012 mehr als verdoppelt – Tendenz steigend

(→ Rey et al. 2017). Seit 1996 gibt es im Schweizer Mittelland keinen Quadratkilometer mehr mit absoluter Nachtdunkelheit (→ Rey et al. 2017). Von Lichtverschmutzung besonders betroffen sind Fledermäuse: Die nachtaktiven Jäger sind auf dunkle Flugkorridore, Jagdgebiete und Verstecke angewiesen. Auch für die nachtaktiven Insekten ist das künstliche Licht eine Gefahr, denn es lockt sie von ihrem natürlichen Lebensraum weg. Anstatt Nahrung zu suchen, sich zu paaren oder Eier zu legen, verfliegen die Insekten ihre Energievorräte an den Lampen oder verfallen in lichtgesteuerte Tagespassivität. Es besteht die Gefahr, dass sie an Übermüdung sterben, an der Lichtquelle verbrennen oder leichte Beute für Räuber werden. Der Rückgang an nachtaktiven Insekten hat auch Folgen für die Pflanzen, da tagaktive Bestäuber den Verlust der nächtlichen Bestäubungsleistung nicht kompensieren können (→ Knop et al. 2017).

Abb. 28: Neophyten breiten sich am stärksten in jenen Bereichen der BDM-Messflächen aus, die im Siedlungsgebiet liegen.

Pro 1000 km² wurden bei der Erhebung 2017/2021 174 Neophyten festgestellt, die bei der Erhebung 2003/2007 noch nicht erfasst wurden. Diese Dichte an Neubeobachtungen ist deutlich höher als im Wald und Offenland. Werden nur die invasiven Neophyten betrachtet, zeigt sich ein ähnliches Muster.



Quelle: BDM

Eingeführte Arten breiten sich aus

Nach aktuellem Wissensstand kommen in der Schweiz rund 1300 eingeführte Arten in der Umwelt vor (→ BAFU 2022c). Während sich der grösste Teil dieser Arten unauffällig in unsere Ökosysteme einfügt, sind etwa 200 dieser Arten als invasiv zu bezeichnen. Von ihnen ist bekannt, dass sie Mensch und Umwelt gefährden oder dass sie die biologische Vielfalt, Ökosystemleistungen sowie deren nachhaltige Nutzung beeinträchtigen können. Es ist davon auszugehen, dass der Klimawandel und die Zunahme des internationalen Handels die Ausbreitung eingeführter Arten zusätzlich begünstigt und dazu führt, dass sich immer mehr dieser Arten invasiv verhalten. Analysen der BDM-Daten zeigen, dass die Neophyten (invasive und nicht invasive) doppelt so stark zunehmen wie die übrigen Pflanzengruppen (→ Hutter & Bühler 2018). Besonders ausgeprägt ist die Zunahme in den tiefen Lagen und den stark besiedelten Regionen der Schweiz.

7.3 Neophyten auf dem Vormarsch

Als Einbringungszentren und aufgrund ihrer vielen Umbruchflächen (Baustellen, Brachen etc.) bieten Städte und Agglomerationen ideale Bedingungen für die Ausbreitung von Neophyten. Viele dieser eingeführten Arten profitieren auch von den Wärmeinsel-Effekten in den dicht bebauten Gebieten und vom Klimawandel (→ Nobis et al. 2009). Es überrascht deshalb nicht, dass das BDM eine starke Zunahme von Neophyten im Siedlungsraum ausweist (Abb. 28) (→ Hutter & Bühler 2018), ein Grossteil davon gilt als invasiv. Ihre Ausbreitung ist problematisch, weil sie andere Arten verdrängen, sich mit verwandten Arten vermischen und Lebensräume zuungunsten von anderen Arten verändern.

7.4 Biodiversität braucht Raum

Auch wenn das Bewusstsein für den Wert von Flächen mit einer hohen Biodiversität steigt, gibt es noch Defizite beim Verständnis, sie untereinander zu vernetzen. Auch mangelt es an grossen zusammenhängenden Arealen, die insbesondere für die Lebensraumspezialisten sowie die

gefährdeten und seltenen Arten wichtig sind. Je grösser eine Fläche ist, umso vielfältiger sind tendenziell die Habitatstrukturen und Mikrohabitate (→ Bolger et al. 2000). Eine Analyse mehrerer Untersuchungen in 75 Städten auf der ganzen Welt zeigt, dass die Artenvielfalt ab einer Flächengrösse von etwa 27 Hektaren markant steigt (→ Beninden et al. 2015). Generalisten kommen vorwiegend in kleineren Flächen von durchschnittlich 4,4 Hektaren vor, während sich Spezialisten auf grossen Grünflächen von durchschnittlich 53,3 Hektaren zeigen. Auch kleine Flächen können, wenn sie gut vernetzt sind, eine wichtige Rolle spielen (→ Vega & Küffer 2021).

Um auch im Siedlungsgebiet ausreichend Raum für die Biodiversität zu erhalten oder zu schaffen, gilt es, Grün- und Freiflächen verstärkt in die Agglomerationspolitik sowie auf allen Ebenen der Raumplanung zu berücksichtigen. Das 2020 aktualisierte Landschaftskonzept Schweiz liefert den übergeordneten Orientierungsrahmen bezüglich einer nachhaltigen Raumentwicklung in der Schweiz. Zu den darin enthaltenen Landschaftsqualitätszielen zählt die Forderung, dass städtische Landschaften qualitätsorientiert zu verdichten und ihre Grünräume zu sichern sind. Periurbane Landschaften sind vor weiterer Zersiedlung zu schützen. Ihre Siedlungsränder sind so zu gestalten, dass sie für die Bevölkerung als Erholungsraum attraktiv sind und einen Beitrag zur ökologischen Vernetzung leisten.

Wie das raumplanerische Instrumentarium zur Förderung von Landschaftsqualität und Biodiversität optimal genutzt werden kann, untersucht derzeit das Projekt «Biodiversität und Landschaftsqualitäten in Agglomerationen fördern». Das Pilotprojekt des Aktionsplans zur Umsetzung der Strategie Biodiversität Schweiz wird mit Vertretenden aller Staatsebenen umgesetzt. Zudem hat der Bund 2022 Empfehlungen für Musterbestimmungen veröffentlicht. Diese unterstützen Kantone und Gemeinden dabei, die Förderung der Biodiversität im Siedlungsgebiet in ihren Gesetzes- und Planungsinstrumenten effektiv zu verankern (→ BAFU 2022a).

Ein wichtiges Instrument zur Förderung der Biodiversität im Siedlungsraum ist der ökologische Ausgleich. Mit seinem Gegenvorschlag zur Biodiversitätsinitiative will der

Bundesrat den ökologischen Ausgleich im Siedlungsgebiet ankurbeln. Vorgesehen ist, dass sich der Bund im Rahmen der Programmvereinbarungen im Umweltbereich mit zusätzlich 25 Millionen Franken pro Jahr an den Kosten der Kantone für den ökologischen Ausgleich beteiligt. Im Siedlungsgebiet sollen Bund und Kantone finanzielle Anreize setzen können, damit Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer naturnahe Grün- und Gewässerflächen schaffen.

7.5 Sanierung der Wildtierkorridore

Auch die Wildtierkorridore gilt es vor allem im Mittelland und in den intensiv genutzten Tälern raumplanerisch zu sichern und, wo nötig und möglich, zu sanieren. Wenn die Bewegungsachsen der Tiere durch Strassen, Bahnen, Siedlungen, kanalisierte Gewässer oder intensiv genutzte Landwirtschaftsflächen zerschnitten sind, können die Tiere nicht mehr frei zwischen ihren Futter-, Ruhe- und Fortpflanzungsplätzen wandern oder neue Gebiete besiedeln. Der Austausch zwischen Tierbeständen verschiedener Gebiete ist entscheidend für ihr Fortbestehen. Je kleiner und isolierter die Population, desto grösser ist das Risiko, dass die Art ausstirbt.

Wirtschaft und Private schaffen naturnahe Flächen

Seit über 20 Jahren fördert die Stiftung Natur&Wirtschaft die naturnahe Gestaltung von Firmenarealen, Kiesabbaustellen, Wohnsiedlungen, Schulanlagen und seit 2019 auch jene von Privatgärten. Bis heute entstanden auf über 600 zertifizierten Arealen rund 40 Millionen Quadratmeter naturnahe Fläche, die einen bedeutenden Beitrag zur Artenvielfalt leisten. Für neue Naturflächen im Siedlungsgebiet hat sich auch die Aktion «Mission B» der Schweizerischen Radio- und Fernsehgesellschaft SRG eingesetzt. Ziel der Aktion war es, die Bevölkerung für die Biodiversität zu sensibilisieren und dazu anzuregen, Flächen in ihrem Wohnumfeld naturnah zu gestalten und mit einheimischen Arten zu bepflanzen. Zwischen Frühjahr 2019 und Herbst 2020 wurden in über 1500 Gemeinden insgesamt über 1,9 Millionen Quadratmeter neue Naturflächen angelegt. Das Projekt wird unter einer neuen Trägerschaft (Verein «Festival der Natur») weitergeführt.

Bund und Kantone haben 303 Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung erfasst und beschrieben. Eine Studie des BAFU aus dem Jahr 2019 hat gezeigt, dass 15 % der überregionalen Wildtierkorridore weitgehend unterbrochen sind und von Wildtieren nicht mehr benutzt werden können (→ ASTRA/BAFU 2019). Über die Hälfte der Korridore sind beeinträchtigt und nur etwa ein Drittel gilt als intakt. In Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitet das Bundesamt für Strassen (ASTRA) Projekte für Wildtierpassagen, die es erlauben, Autobahnstrecken im Perimeter von Wildtierkorridoren passierbar zu machen. Seit 2003 wurden elf Korridore durch den Bau von neuen Wildtierpassagen saniert, weitere 21 Bauwerke sind in der Projektierungsphase. Im Rahmen des Aktionsplans Biodiversität werden die Bemühungen zur Sanierung der Wildtierkorridore verstärkt. Identifiziert wurden auch Standorte an Strassen und Bahnen, die für die Amphibien besonders relevant (und gefährlich) sind und nun saniert werden können. Das Parlament hat 2022 Bestimmungen ins Jagdgesetz aufgenommen, welche die Wildtierkorridore und ihre Funktionalität sichern will.

7.6 Aufwertung der Strassen- und Bahnböschungen

Strassen und Schienen haben eine beträchtliche Barriere Wirkung auf Wirbellose, Amphibien, Reptilien, Säugtiere und auch auf die Flora. Gleichzeitig übernehmen sie mit ihren kilometerlangen Böschungen eine wichtige Funktion für die Längsvernetzung und können wertvolle Lebensräume anbieten. Im Rahmen von Pilotprojekten des Aktionsplans Biodiversität sind die Bahnbetreiber und das ASTRA daran, auf mindestens 20 % der Nationalstrassen- und Bahnböschungen eine extensive Pflege anzuwenden.

7.7 Massnahmen gegen die Lichtverschmutzung

Noch wenig fortgeschritten ist die Sicherung bzw. Sanierung von Dunkelkorridoren, auf die viele Fledermausarten existenziell angewiesen sind. Fledermäuse fliegen entlang von nachtdunklen Strukturen (Hecken, Baumalleen etc.) von ihren Tagesquartieren in die Jagdlebensräume und zurück. Mit der Lichtverschmutzung und Ausräumung

der Landschaft sind diese Flugkorridore unter Druck und drohen zu verschwinden. Mit finanzieller Unterstützung des BAFU entwickelt die WSL derzeit eine Methode zur Identifizierung nachtdunkler Fledermaus-Flugkorridore. Verifizierte Korridore sollen künftig raumplanerisch erfasst und für Fledermäuse und andere Tier- und Pflanzenarten aufgewertet werden.

Immer mehr Gemeinden treffen Massnahmen gegen die Lichtverschmutzung. In Langnau am Albis (ZH) etwa sind die Quartierstrassen mit Radarmeldern und die Gehwege mit Bewegungsmeldern ausgerüstet. So kann die Lichtemission auf 20 % gesenkt werden. In Le Cerneux-Péquignot (NE) wird die Beleuchtung zwischen 22 und 24 Uhr reduziert, danach wird es bis 6 Uhr morgens ganz dunkel. Und in Lausanne (VD) ergänzt ein «Plan des ombres» den «Plan de lumière». Darin sind Zonen ausgeschieden, in welchen auf den Einsatz von Licht verzichtet wird. Der Kanton Jura will auch ausserhalb der Ortschaften das Licht reduzieren und plant, die Strassen-Kandelaber im gesamten Kantonsgebiet vom Stromnetz zu nehmen.

8 Internationales und Ausblick



Die Biodiversität hat nicht nur in der Schweiz aber auch weltweit stark abgenommen (Abb. 29). Als Hauptursachen für die Verluste nennt der Weltbiodiversitätsrat IPBES: Landnutzungsänderungen, Ressourcenübernutzung, Klimawandel, Verschmutzung und gebietsfremde Arten. Eine Trendwende kann laut IPBES nur durch einen transformativen Wandel in allen Bereichen der Gesellschaft und eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen erreicht werden (Abb. 30).

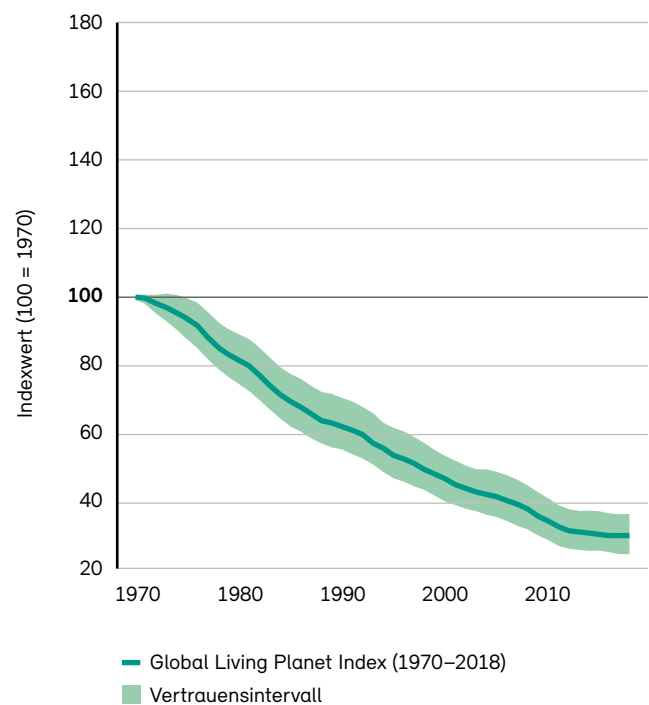
8.1 Schweizer Konsum beeinträchtigt die globale Biodiversität

Der ökologische Fussabdruck gibt Auskunft darüber, wie stark wir durch unseren Lebensstil Ressourcen verbrauchen und die Ökosysteme beanspruchen. Derzeit verbraucht die Menschheit mehr natürliche Ressourcen als sich jährlich erneuern. Besonders hoch ist der ökologische Fussabdruck der Schweizer Bevölkerung: Laut einer Studie des BAFU konsumiert heute jede in der Schweiz lebende Person im Schnitt 2,8-mal mehr Umweltleistungen und -ressourcen als global gesehen pro Person noch verfügbar sind (→ BFS 2016). In einer weiteren Studie wurde für die Schweiz der Biodiversitäts-Fussabdruck berechnet (→ Frischknecht et al. 2018). Dieser Indikator quantifiziert das langfristig zu erwartende Verlustpotenzial durch eine bestimmte Landnutzung gegenüber einem unberührten, natürlichen Referenzzustand. Pro Person hat der Druck des schweizerischen Konsums auf die Biodiversität von 2000 bis 2018 um rund 8 % zugenommen. Dabei erhöhte sich der Druck im Ausland stark und kontinuierlich, während der

inländische Anteil am Biodiversitäts-Fussabdruck von 42 auf 30 % abnahm (Abb. 31). Nahrungs- und Futtermittel haben den grössten Anteil am importierten Biodiversitäts-Fussabdruck (→ Nathani et al. 2022).

Abb. 29: Der Global Living Planet Index zeigt den weltweit starken Rückgang der Biodiversität zwischen 1970 und 2018.

Im Schnitt nahmen die untersuchten Bestände (16 704) von 4005 Wirbeltierarten um durchschnittlich 60 % ab (grüne Linie).



Quelle: WWF/ZSL, 2020

IPBES erarbeitet Berichte und Szenarien für politische Entscheidungsträger

Der Weltbiodiversitätsrat IPBES ist eine zwischenstaatliche wissenschaftliche Plattform, welche die politischen Entscheidungsträger mit Informationen über den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen bedient. Die zumeist regionen- oder themenspezifischen Einschätzungen (Assessments) werden von Expertengruppen erarbeitet und vom IPBES-Plenum verabschiedet. Im Mai 2019 publizierte der Weltbiodiversitätsrat den zweiten Globalen Zustandsbericht nach dem Millennium Ecosystem Assessment von 2005.

Der neue Bericht wurde von 145 führenden Fachleuten aus mehr als 50 Ländern verfasst. Die Schweiz spielte bei der Erstellung dieses Berichts eine wichtige Rolle. Neben den Zustandsberichten und «Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger» stellt der Weltbiodiversitätsrat der Politik auch Methoden der Szenarienanalyse und der Modellierung von Biodiversität und ihres Nutzens für den Menschen zur Verfügung (→ IPBES 2016). Mithilfe solcher Szenarien lässt sich beispielsweise ablesen, wie sich die Ökosysteme und ihre Dienstleistungen unter verschiedenen Politikdesigns und staatlichen Massnahmen entwickeln.

8.2 Die Hebel der Finanzwirtschaft

Noch grösser wäre unser Biodiversitäts-Fussabdruck, wenn die Effekte des Finanzplatzes Schweiz in die Bilanzen einfliessen würden. Mit ihren Investitionsentscheiden hat die Finanzwirtschaft einen wesentlichen Einfluss auf den globalen Ressourcenverbrauch und die Entwicklung der Biodiversität. Und sie hat ein Eigeninteresse, dass die mit den Biodiversitätsverlusten verbundenen Risiken verringert werden (→ WWF France 2019). Der Global Risks Report 2021 des World Economic Forum (WEF) zählt Biodiversitätsverluste zu den grössten Risiken für die Weltwirtschaft. Diese Risiken betreffen auch die Finanzbranche: Anlagen drohen an Wert zu verlieren, wenn die Biodiversität zurückgeht und die Ökosysteme ihre Funktionsfähigkeit verlieren und damit Probleme in den globalen Lieferketten auftreten (→ OECD 2019). Auch Reputationsschäden können zu massiven Abwertungen

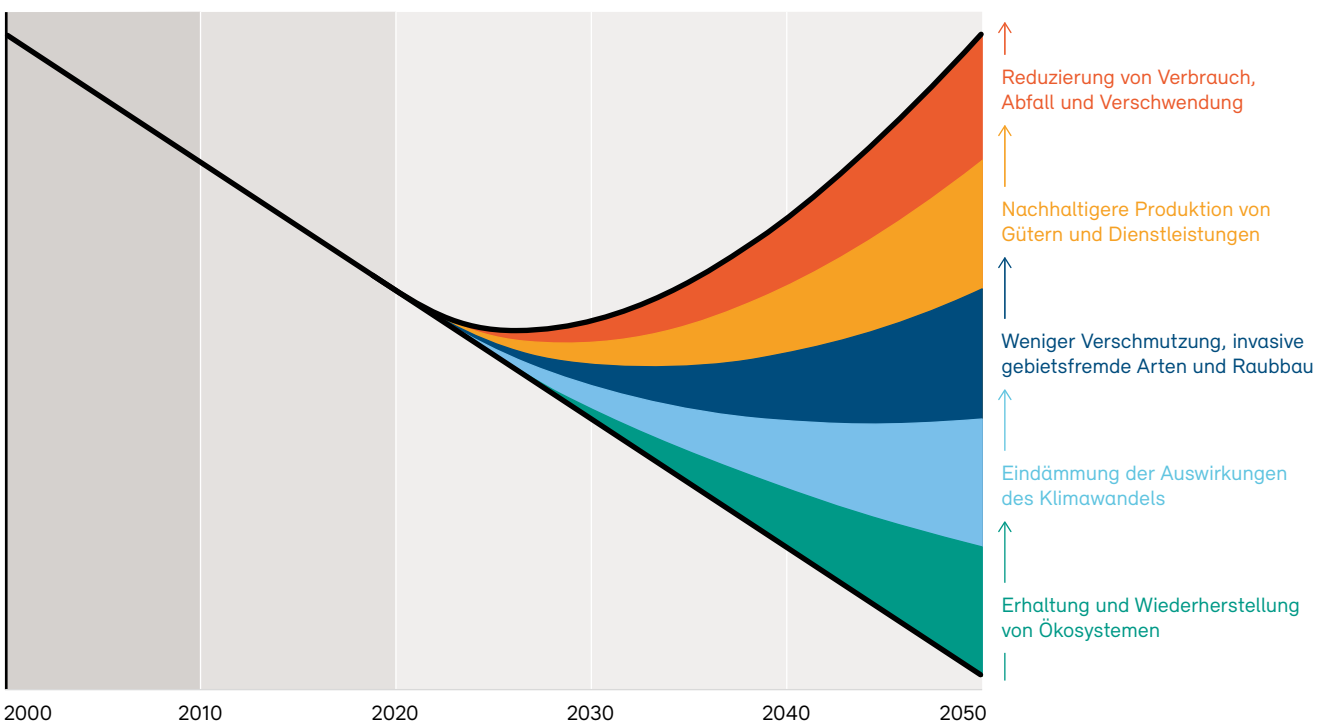
führen. Umgekehrt bieten nachhaltige Anlagen mehr Sicherheit sowie Reputationsgewinne (→ WWF France 2019).

Trotz grosser jährlicher Wachstumsraten sind nachhaltige Anlageprodukte immer noch eine Marktnische und stehen bezogen auf Biodiversität erst am Anfang (→ SCNAT 2020). Auch fehlt es an wissenschaftlich fundierten Bewertungssystemen, um die Auswirkungen wirtschaftlicher Tätigkeit auf Ökosysteme beurteilen zu können. Internationale Initiativen sind daran, entsprechende Bewertungssysteme aufzubauen. Erste Ansätze existieren bereits, etwa mit dem Tool ENCORE (siehe Box S. 81).

Die Schweiz will bei der Nachhaltigkeit eine Vorreiterrolle einnehmen: 2020 hat der Bundesrat einen Bericht und Leitlinien zur Nachhaltigkeit im Finanzsektor verabschiedet (→ Bundesrat 2020) und erste konkrete

Abb. 30: Die Biodiversitätstrends zeigen in «Business-as-usual»-Szenarien bis 2050 eine ungebremste Talfahrt.

Mit Massnahmen in einzelnen Politikbereichen lässt sich der Biodiversitätsrückgang verringern, das kombinierte Massnahmenpaket könnte den Rückgang sogar stoppen und umkehren, sodass ab 2030 Nettogewinne an Biodiversität möglich wären. Zu diesem Massnahmenpaket zählen: (1) bessere Erhaltung und Wiederherstellung von Ökosystemen; (2) Eindämmung der Auswirkungen des Klimawandels; (3) Massnahmen gegen Umweltverschmutzung, invasive gebietsfremde Arten und Raubbau; (4) nachhaltigere Produktion von Gütern und Dienstleistungen, insbesondere von Nahrungsmitteln; (5) Reduzierung von Verbrauch, Abfall und Verschwendung.



Massnahmen erlassen. Dabei sollen die Transparenz verbessert, die Risikoanalyse gestärkt und das internationale Engagement der Schweiz ausgeweitet werden. Ziel ist es, die Schweiz zu einem führenden Standort für nachhaltige Finanzdienstleistungen zu machen. Um diese Zielsetzung zu unterstreichen, beschloss der Bundesrat im November 2021, eine Grundlage für die Ausgabe

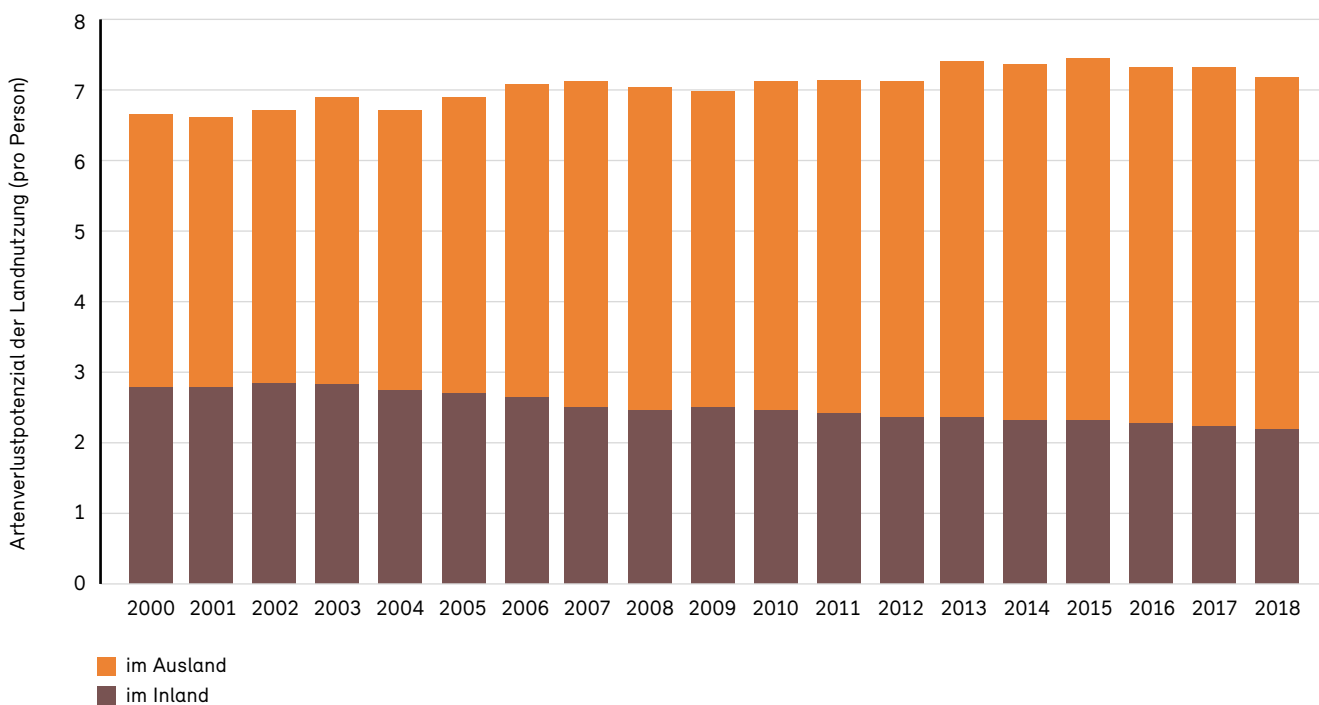
grüner Staatsanleihen zu erarbeiten. Im Unterschied zu konventionellen Anleihen kann bei grünen Anleihen das aufgenommene Kapital nicht frei verwendet werden. Es darf ausschliesslich für die (Re-)Finanzierung von Projekten verwendet werden, die positive Auswirkungen auf die Umwelt haben. Die Emission von solchen grünen Anleihen soll die Anwendung internationaler Standards

ENCORE zeigt Risiken von Umweltschäden für Investoren auf

Mit dem Bewertungssystem ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure) steht Investorinnen und Investoren seit 2019 ein wissenschaftlich fundiertes Tool zur freien Verfügung, das ihnen ermöglicht, Risiken von Umweltschäden zu identifizieren und zu mildern, aber auch Chancen zu erkennen, die sich durch Investitionen in «biodiversitätsfreundliche» Geschäftsfelder ergeben. Entwickelt wurde das Bewertungstool von der Natural Financial Capital Alliance (NCFCA) mit finanzieller Unterstützung des Staatssekretariats für Wirtschaft (SECO). Die Datenbasis von ENCORE deckt

rund 170 Wirtschaftssektoren und 21 Dienstleistungen der Ökosystemen zugunsten der Wirtschaft ab. In einer zweiten Projektphase (2019–2021) unter der Leitung des BAFU wurde das Tool auf der Grundlage einer neuen wissenschaftlichen Methode zur Bewertung des Einflusses der wirtschaftlichen Aktivitäten auf die Biodiversität und ihrer Beiträge für die Menschen weiterentwickelt. Damit können Investorinnen und Investoren messen, ob und in welchem Umfang ihre Aktivitäten zum Artenschwund und zur Beeinträchtigung der Ökosysteme beitragen. Finanziert wird die Weiterentwicklung von ENCORE mit Geldern aus dem Aktionsplan der Strategie Biodiversität Schweiz.

Abb. 31: Entwicklung des konsumbedingten Biodiversitäts-Fussabdrucks der Schweiz pro Person von 2000 bis 2018



Quelle: BAFU

in der Schweiz stärken. Damit kann der Bundesrat dazu beitragen, dass Akteure des Privatsektors zur Ausgabe grüner Anleihen ermutigt werden.

8.3 Internationale Verpflichtungen

Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung ist seit 2016 der global geltende Rahmen für die nationalen und internationalen Bemühungen zur gemeinsamen Lösung der grossen Herausforderungen der Welt. Kernbestandteil der Agenda 2030 sind die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals). Die Ziele 14 und 15 fordern, die Ökosysteme der Meere und auf dem Land zu schützen, wiederherzustellen und ihre nachhaltige Nutzung zu fördern sowie den Biodiversitätsverlust zu stoppen. Die Erhaltung der Biodiversität wird gar als Voraussetzung gesehen, um alle sozialen Ziele der Agenda 2030 erreichen zu können (Abb. 32) (CBD 2019).

Als wichtiger Beitrag zur Erreichung der Ziele gilt das CBD. Die Schweiz hat die Konvention 1994 ratifiziert. Die unterzeichnenden Staaten verpflichten sich, die biologische Vielfalt in ihren eigenen Ländern zu schützen, geeignete Massnahmen zum Schutz und zur Nutzung der Biodiversität in Entwicklungsländern zu unterstützen sowie den Zugang zu genetischen Ressourcen und deren Nutzung gerecht zu regeln. An der Konferenz der Vertragsparteien in Nagoya wurden 2010 der globale Strategische Plan für die Biodiversität 2011–2020 sowie Ziele («Aichi-Ziele») für die Dekade bis 2020 festgelegt. An der internationalen Biodiversitätskonferenz (CBD-COP15) im kanadischen Montreal vereinbarten die Vertragsstaaten einen neuen globalen Zielrahmen bis 2050 sowie neue operationelle Ziele für die nächste Dekade.

Daneben gibt es weitere internationale Konventionen, die bestimmte Arten oder spezifische natürliche Lebensräume abdecken, wie das Bonner Übereinkommen zur Erhaltung wandernder, wildlebender Tierarten (CMS), das Ramsar-Übereinkommen über Feuchtgebiete, die Konvention über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen (CITES) sowie das Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention). Alle

diese Konventionen tragen zur Umsetzung des globalen Strategischen Plans der CBD bei.

8.4 Schweiz hat Aichi-Ziele nicht erreicht

Regelmässig veröffentlicht die Biodiversitätskonvention einen Bericht über den Zustand der globalen Biodiversität und die erreichten Fortschritte der Länder bei der Umsetzung des Strategischen Plans und dem Erreichen der Biodiversitätsziele. Im Unterschied zum Globalen Zustandsbericht des Weltbiodiversitätsrats berichtet der Global Biodiversity Outlook (GBO) der CBD überwiegend auf der Grundlage nationaler Berichte. Der im Herbst 2020 veröffentlichte fünfte GBO zeigt, dass in einigen Bereichen durchaus Fortschritte erzielt wurden (z. B. sinkende Entwaldungsraten, Zunahme der globalen Schutzgebietsfläche, höheres Bewusstsein für den Wert der Biodiversität), letztlich aber keines der 20 Aichi-Ziele von den 196 Vertragsstaaten vollständig erreicht wurde. Auch die Schweiz verfehlte die Vorgaben. In ihrem sechsten Nationalbericht (2018) weist sie zwar in fast allen Bereichen Fortschritte bei der Zielerreichung aus, allerdings gingen diese zu wenig rasch voran.

8.5 Aktionsplan wird in Etappen umgesetzt

Mit der Unterzeichnung der Biodiversitätskonvention hat sich die Schweiz dazu verpflichtet, eine Biodiversitätsstrategie auszuarbeiten. Die Strategie Biodiversität Schweiz (SBS) wurde 2012 vom Bundesrat verabschiedet. Die SBS stellt für die Biodiversität in der Schweiz zehn strategische Ziele auf, darunter den Aufbau und Unterhalt einer landesweiten ökologischen Infrastruktur sowie die nachhaltige Nutzung der Biodiversität. Im 2017 verabschiedeten Aktionsplan sind 26 Massnahmen in drei Aktionsbereichen aufgeführt:

- Die «Sofortmassnahmen» werden im Rahmen der Programmvereinbarungen im Umweltbereich zwischen Bund und Kantonen umgesetzt und decken die Bereiche Naturschutz (Basis: Natur- und Heimatschutzgesetz) und Waldbiodiversität (Basis: Waldgesetz) ab. Seitens Naturschutz betreffen die Sofortmassnahmen vorab Biotop von nationaler, aber auch solche von kantonaler und regionaler Bedeutung, die in einem qualitativ schlechten Zustand sind und saniert, aufgewertet oder unterhalten werden müssen.

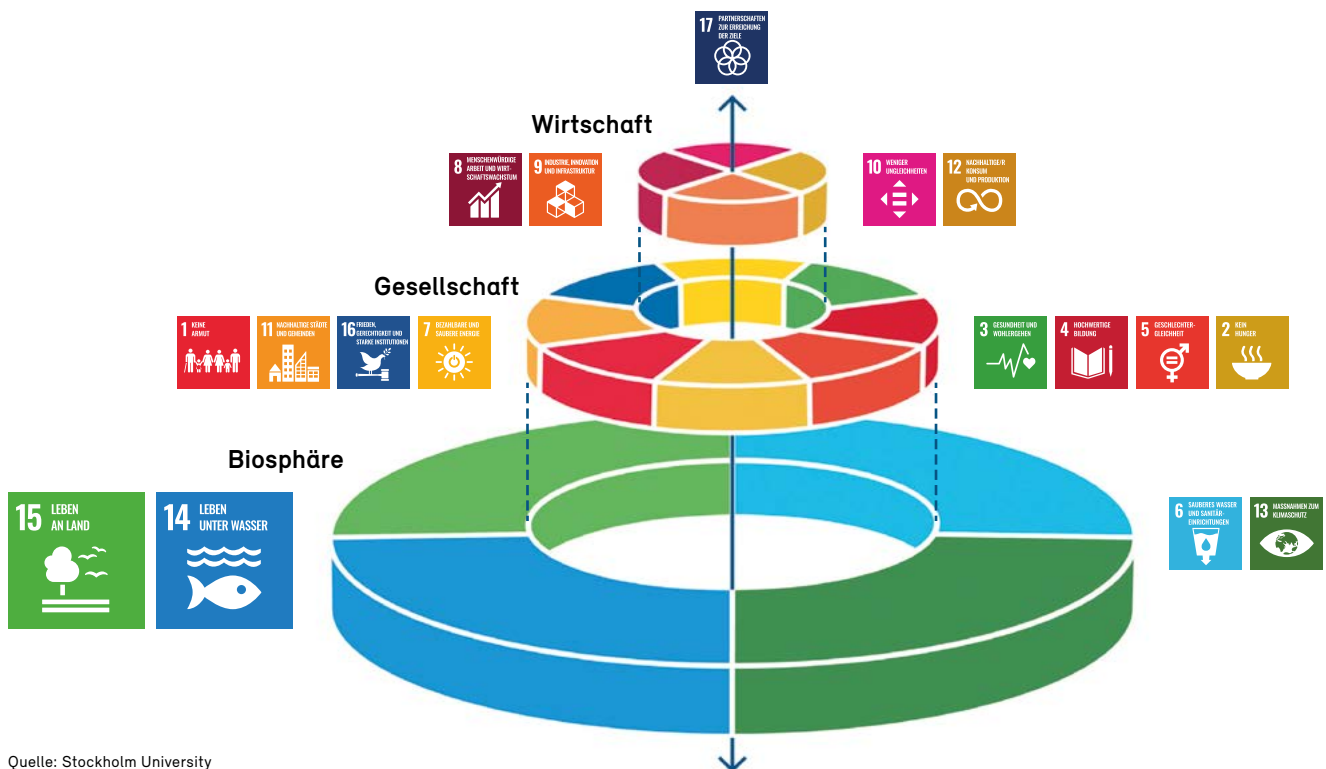
Seitens Waldbiodiversität umfassen die Sofortmassnahmen die Schaffung und die Pflege von Waldreservaten, die Förderung von Alt- und Totholzinseln sowie von national prioritären Waldarten und -lebensräumen. Weiter schliessen die Sofortmassnahmen die Erstellung von Grundlagen für den Vollzug ein, zum Beispiel Kommunikations- oder Sensibilisierungsmassnahmen, und die Koordination von Akteuren im Umweltbereich. Zudem ermöglichen die Mittel auch die Umsetzung von Massnahmen der Strategie invasive gebietsfremde Arten. Der Bundesrat verlängerte die Sofortmassnahmen im Juni 2019 um weitere vier Jahre, von 2021–2024.

- «Synergiemassnahmen» haben zum Ziel, Rahmenbedingungen zu definieren und Synergiepotenziale zu nutzen, sodass die Biodiversität innerhalb einzelner Sektoren und Politikbereiche (z. B. Landwirtschaft, Raumplanung,

Verkehr) besser gefördert werden kann. Dazu gehört beispielsweise, bestehende Instrumente zur Lebensraumförderung wirkungsvoller einzusetzen, Arbeitshilfen zur Verfügung zu stellen (z. B. im Siedlungsbereich) oder biodiversitätsrelevante Faktoren in Entscheidungsfindungsprozesse zu integrieren (z. B. Vermeidung von Fehlanreizen bei Subventionsvergaben im Inland oder bei der internationalen Biodiversitätsfinanzierung). Ausserdem muss die langfristige Sicherung des Raums für die Erhaltung der Biodiversität in Quantität, Qualität, Vernetzung und regional optimaler Verteilung konzeptionell verankert werden.

- «Massnahmen mit Pilotprojekten» gewährleisten erste konkrete und wirkungsvolle Schritte zur Umsetzung komplexer und aufwendiger Massnahmen. Zudem erlauben sie, in diesen komplexen Bereichen neue Ansätze zu

Abb. 32: Die Erhaltung der Biodiversität ist eine Grundvoraussetzung, um auch die anderen Ziele der Agenda 2030 erreichen zu können.
Ohne intakte Ökosysteme kann es keine soziale Gerechtigkeit, keine Chancengleichheit und keine nachhaltige Wirtschaft geben.



Quelle: Stockholm University

testen und weiterzuentwickeln, gegebenenfalls auch zu verwerfen. Dies betrifft vorab die Schaffung und die Weiterentwicklung der ökologischen Infrastruktur (z. B. durch die Förderung der regionalen Vernetzungsplanung), die Artenförderung (National Prioritäre Arten) sowie die Sensibilisierung von Anspruchsgruppen und der Öffentlichkeit für die Relevanz der Biodiversität für das Wohlergehen der menschlichen Gesellschaft. Die Pilotprojekte zeigen auf, wie die zur Verfügung stehenden Ressourcen in der Praxis effektiv und effizient für die Biodiversität eingesetzt werden können. Zudem ermöglichen sie die Entwicklung neuer oder alternativer Ansätze.

Literatur

- Alexander und Seehausen 2021: Diversity, distribution and community composition of fish in perialpine lakes. «Projet Lac» synthesis report. Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. 282 pages.
- Allgaier Leuch et al. 2017: Naturnaher Waldbau im Klimawandel. Merckbl. Prax. 59.1. 8 S.
- Alvarez und Lovera 2016: New Times for Women and Gender Issues in Biodiversity Conservation and Climate Justice. *Development* 59(3), 263–65.
- ARE 2020: Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Konzept Windenergie. Basis zur Berücksichtigung der Bundesinteressen bei der Planung von Windenergieanlagen. Bern.
- Arnold et al. 2009: Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. *Umwelt-Wissen* Nr. 0912. BAFU, Bern.
- ASTRA/BAFU 2019: Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Funktionskontrolle Wildtierpassagen.
- BAFU 2006: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Indikator Wasser. Gesamtschweizerische Hochrechnung auf Basis von kantonalen Erhebungen 1998–2006. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/indikatoren/indikator-wasser.html
- BAFU 2011: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Verantwortungsarten. *BDM-FACTS* Nr. 2 / Oktober 2011.
- BAFU 2012a: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro). Bern. *Umwelt-Wissen* Nr. 1217: 76 S.
- BAFU 2012b: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Biotope von nationaler Bedeutung: Konzept zur Aufwertung der Biotope von nationaler Bedeutung. Expertenbericht zu Handen von Bund und Kantonen. 31 S.
- BAFU 2016: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Empfindlichkeit von Quell-Lebensgemeinschaften gegenüber Klimaänderungen in den Alpen. Schlussbericht.
- BAFU 2017: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Boden in der Schweiz. Zustand und Entwicklung. Stand 2017. Bern. *Umwelt-Zustand* Nr. 1721: 86 S.
- BAFU 2018a: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bericht zu Handen der UREK-S zu rechtlichen und sachlichen Fragen des Moorschutzes.
- BAFU 2018b: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Revitalisierung Seeufer – Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe zur Renaturierung der Gewässer. Bern. *Umwelt-Vollzug* Nr. 1834: 44 S.
- BAFU 2019a: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Fischereistatistik. Fangertrag Bachforelle/Äsche in Fließgewässern (2000–2019).
- BAFU 2019b: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Bern. *Umwelt-Vollzug* Nr. 1709: 99 S.
- BAFU 2019c: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Mittelfluss, Empfänger und Wirkung der Investitionen in Naturschutz und Waldbiodiversität. Kantonsbefragung. Schlussbericht. Bern.
- BAFU 2020a: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesinventar der Auengebiete von nationaler Bedeutung – Stand und Handlungsbedarf. Bern.
- BAFU 2020b: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Erläuternder Bericht zur Änderung der Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei. Verordnungspaket Umwelt Herbst 2020.

BAFU 2020c: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Landschaftskonzept Schweiz. Landschaft und Natur in den Politikbereichen des Bundes. Bern. Umwelt-Info Nr. 2011: 52 S.

BAFU 2020d: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Monitoring und Wirkungskontrolle Biodiversität. Übersicht zu nationalen Programmen und Anknüpfungspunkten. Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2005: 57 S.

BAFU 2020e: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Indikator Nährstoffe in Fließgewässern. www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-der-fluessgewaesser/wasserqualitaet-der-fluessgewaesser/naehrstoffe-in-fluessgewaessern.html

BAFU 2020f: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sozioökonomische Analyse der Wirkungen von Investitionen in Naturschutz und Waldbiodiversität. Bern.

BAFU 2021: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Revitalisierung von Fließgewässern. Stand Umsetzung Revitalisierungen 2011–2019.

BAFU 2022a: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Biodiversität und Landschaftsqualität im Siedlungsgebiet. Empfehlungen für Musterbestimmungen für Kantone und Gemeinden.

BAFU 2022b: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Der Wald aus Sicht der Schweizer Bevölkerung.

BAFU 2022c: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Gebietsfremde Arten in der Schweiz. Übersicht über die gebietsfremden Arten und ihre Auswirkungen. 1. aktualisierte Auflage 2022. Erstausgabe 2006. Bern. Umwelt-Wissen Nr. 2220.

BAFU 2022d: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Gewässer in der Schweiz. Zustand und Massnahmen. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 2207: 90 S.

BAFU 2022e: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Stand der Umsetzung der Biotopinventare von nationaler Bedeutung. Kantonsumfrage 2021. Bern.

BAFU 2023: Bundesamt für Umwelt (BAFU); InfoSpecies, Gefährdete Arten und Lebensräume in der Schweiz. Synthese Rote Listen. Umwelt-Zustand 2305: 58 S.

BAFU/BAG 2019: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Gesundheit (BAG), Umwelt und Gesundheit in der Schweiz. Eine facettenreiche Beziehung. Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1908: 61 S.

BAFU/BLW 2008: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. BAFU, Bern.

BAFU/BLW 2016: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Umweltziele Landwirtschaft. Statusbericht 2016. BAFU, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1633: 114 S.

BAFU/NADUF: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Nationale Daueruntersuchung Fließgewässer (NADUF), Indikator Temperatur von Fließgewässern.

BAFU/WSL 2022: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Landschaft im Wandel. Ergebnisse aus dem Monitoringprogramm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Umwelt-Zustand Nr. 2219.

Bar-On et al. 2018: The biomass distribution on Earth. PNAS 115 (25), 6506–6511.

Bassin 2007: Effects of combined ozone and nitrogen deposition on a species-rich subalpine pasture. Dissertation ETH No. 17373.

BDM 2006: Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM), Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz. Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Umwelt-Zustand Nr. 0604. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern. 67 S.

BDM 2009: Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM), Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz. Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern. 112 S.

BDM 2020: Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM), Veränderungen der Artenvielfalt im Wald. Spezialauswertung.

-
- Bender et al. 2016: An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends Ecol. Evol.* 31, 440–452.
- Bender und Van der Heijden 2020: Biodiversität schützen, weil sie unsere Teller füllt. *Hotspot* 41, 19.
- Beninden et al. 2015: Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters* 18, 581–592.
- Bergamini 2018: Was nützen Nährstoffpufferzonen. In: Kächler M. et al.: *Moore der Schweiz. Zustand, Entwicklung, Regeneration*. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt. S. 197–202.
- Bergamini 2020: Hochmoore ohne Torfmoose? Kein gutes Zeichen! *Hotspot* 42, 24–25.
- Bergamini et al. 2019a: Resultate der Wirkungskontrolle Biotopschutz – Kurzfassung. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. 21 S.
- Bergamini et al. 2019b: Zustand und Entwicklung der Biotope von nationaler Bedeutung: Resultate 2011–2017 der Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz, WSL Berichte Heft 85.
- Bergaminin et al. 2022: Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz WBS: Auswertungen jährliche Indikatoren 2022.
- BFE 2022: Bundesamt für Energie (BFE), Stand der Wasserkraftnutzung in der Schweiz am 31. Dezember 2021.
- BFS 2016: Bundesamt für Statistik (BFS), *Ökologischer Fussabdruck der Schweiz im Vergleich zur Biokapazität der Welt (Stand 2016)*.
- BFS 2019: Bundesamt für Statistik (BFS), *Landschaft Schweiz im Wandel: Siedlungsentwicklung*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home.assetdetail.9207486.html>
- Birrer et al. 2019: Wirkung der Biodiversitätsförderflächen im Landwirtschaftsgebiet des Kantons Baselland auf Heuschrecken, Tagfalter und Vögel. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel*.
- BLW 2019: Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), *Evaluation der Biodiversitätsbeiträge*.
- BLW 2022: Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), *Agrarbericht*.
- Bolger et al. 2000: Arthropods in urban habitat fragments in southern California: Area, age and edge effects. *Ecol. Appl.* 10, 1230–1248.
- Bornand et al. 2016: *Rote Liste Gefässpflanzen. Gefährdete Arten der Schweiz*. Bundesamt für Umwelt, Bern und Info Flora, Genf. *Umwelt-Vollzug* Nr. 1621: 178 S.
- Bosshard 2015: Rückgang der Fromentalwiesen und die Auswirkungen auf die Biodiversität. *Agrarforschung Schweiz* 6 (1).
- Bosshard 2016: *Das Naturwiesland der Schweiz und Mitteleuropas*, Bristol Stiftung Haupt, 2016.
- Brändli et al. 2020: *Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der vierten Erhebung 2009–2017*. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Bern, Bundesamt für Umwelt. 341 S.
- Braun et al. 2012: Stickstoffeinträge in den Schweizer Wald: Ausmass und Auswirkungen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 163, 355–362.
- Bundesrat 2012: *Strategie Biodiversität Schweiz*. In Erfüllung der Massnahme 69 (Ziel 13, Art. 14, Abschnitt 5) der Legislaturplanung 2007–2011: Ausarbeitung einer Strategie zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Bern. 89 S.
- Bundesrat 2017: *Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln*. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/aktionsplan.html>
- Bundesrat 2020: *Bericht des Bundesrates «Nachhaltigkeit im Finanzsektor Schweiz»*.
- Bundesrat 2021: *Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030*, Bern, 23.

- Bundesrat 2022a: Anpassung des Waldes an den Klimawandel. Bericht des Bundesrats in Erfüllung der Motion 19.4177 Engler (Hêche) vom 25.9.2019 und des Postulates 20.3750 Vara vom 18.6.2020.
- Bundesrat 2022b: Stopp der Verschotterung von Grünflächen. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 19.3611 Munz vom 14.6.2019, Bern.
- Bütler et al. 2020: Habitatbäume kennen, schützen und fördern. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Merkblatt für die Praxis, 64. 12 S.
- Carrus et al. 2015: Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and urban planning*, 134, 221–228.
- CBD 2019: Convention on Biological Diversity (CBD), Biodiversity and the Sustainable Development Goals. Background Document. Ninth Trondheim Conference on Biodiversity, 2.–5. July 2019.
- CBD 2020: Convention on Biological Diversity (CBD), Global Biodiversity Outlook 5 – Summary for Policy Makers. Montréal, 2020.
- Ceballos et al. 2017: Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Early Edition. DOI: [10.1073/pnas.1704949114](https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114)
- Chiaia-Hernandez et al. 2017: Long-Term Persistence of Pesticides and TPs in Archived Agricultural Soil Samples and Comparison with Pesticide Application. *Environmental Science and Technology* 51 (18), 10642–10651.
- Commarmot und Schmidt 2011: Wildnis für Erholungsuchende im Sihlwald. In: Brang P., Heiri C., Bugmann H. (Red.). *Waldreservate. 50 Jahre natürliche Waldentwicklung in der Schweiz*. Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL; Zürich, ETH Zürich. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 94–107.
- Concepción et al. 2015a: Impacts of urban sprawl on species richness of plants, butterflies, gastropods and birds: not only built-up area matters. *Urban Ecosyst.*
- Concepción et al. 2015b: Impacts of urbanisation on biodiversity: the role of species mobility, degree of specialisation and spatial scale. *Oikos*.
- Cordillot und Klaus 2011: Gefährdete Arten in der Schweiz. *Synthese Rote Listen, Stand 2010*, BAFU. Umwelt-Zustand Nr. 1120.
- Cruickshank et al. 2020: Local habitat measures derived from aerial pictures are not a strong predictor of amphibian occurrence and abundance. *Basic and Applied Ecology*, 45, 51–61.
- Dainese et al. 2019: A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Eurac research, Science Advances*, DOI: [10.1126/sciadv.aax0121](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0121)
- Davies et al. 2007: A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *HYDROBIOLOGIA*, Vol. 597.
- Delarze et al. 2013: Rote Liste der Lebensräume der Schweiz. BAFU.
- Delarze et al. 2015: *Lebensräume der Schweiz*. Ott-Verlag.
- Delarze et al. 2016: Liste rouge des milieux de Suisse. Abrégé actualisé du rapport technique 2013 sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne : 33 p.
- Díaz et al. 2015: The IPBES Conceptual Framework – connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 1–16. DOI: [10.1016/j.cosust.2014.11.002](https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002)
- Dipner et al. 2010: Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung. *Vollzugshilfe zur Trockenwiesenverordnung*. Umwelt-Vollzug Nr. 1017, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern. 83 S.
- Dräger 2009: Anpassungsfähige Arten erobern die Siedlungen. *Hotspot* 19, 22–23.
- Ecoplan 2010: COPI Schweiz – Grobe Abschätzung der Kosten des Nichthandelns im Bereich der Biodiversität bis 2050.

-
- Ferrario et al. 2017: Legacy and emerging contaminants in meltwater of three Alpine glaciers. *Sci. Total Environ.* 574, 350–357.
- Forum Biodiversität 2020: Forum Biodiversität Schweiz, Argumente für die Erhaltung der Biodiversität. Hotspot 41.
- Forum Biodiversität 2022: Forum Biodiversität Schweiz, 20 Jahre Biodiversitätsmonitoring Schweiz BDM. Sonderheft zu HOTSPOT 46, 44 S.
- Frehner et al. 2018: Standortkundliche Grundlagen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel. *WSL Ber.* 69, 43 S.
- Frischknecht et al. 2018: Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz. Zeitlicher Verlauf 1996–2015. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt-Zustand Nr. 1811*: 131 S.
- Gesammelte Fachartikel und Studien zu Mikroverunreinigungen in Fließgewässern und deren ökotoxikologische Bedeutung, BAFU 2015.
- Gimmi et al. 2011: Reconstructing the collapse of wetland networks in the Swiss lowlands 1850–2000. *Landscape Ecol.* 26: 1071–1083.
- Gloor et al. 2010: BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusammenfassung. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- Graf 2018: Freizeitaktivitäten in der Natur. Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU) und des Vereins Natur & Freizeit. Bern. 174 S.
- Grosvernier und Staubli 2009: Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen. *Umwelt-Vollzug Nr. 0918*. Bundesamt für Umwelt, Bern. 96 S.
- Grünig 1994: Mires and Man. Mire Conservation in a Densely Populated Country – the Swiss Experience, Bundesamt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).
- Grünig 2007: Moore und Sümpfe im Wandel der Zeit. *Hotspot 15*, 4–5.
- Grünig et al. 1986: Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Hrsg.: Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Pro Natura Helvetica, Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz. Birmensdorf und Bern.
- Gubler et al. 2020: Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Forum Biodiversität Schweiz (SCNAT) (Hrsg.). Birmensdorf und Bern.
- Gubser und Butterweck 2018: Stand der Umsetzung des Herbizidverbots. Studie zur Umsetzung des Anwendungsverbots von Herbiziden auf und an Strassen, Wegen und Plätzen. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt-Wissen, Nr. 1815*: 40 S.
- Guntern et al. 2013: Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.
- Haab 1991: Moorschutz, Wald und Forstwirtschaft. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 142, 955–978.
- Hallmann et al. 2017: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *Plos one*, 12(10).
- Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland und Le Monde Diplomatie 2020: Insektenatlas 2020. Daten und Fakten über Nütz- und Schädlinge 2020 in der Landwirtschaft. Deutsche Ausgabe. 50 S.
- Heiri et al. 2012: Sind Naturwaldreservate naturnäher als der Schweizer Wald? *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 163, 210–221.
- Hofer et al. 2013: Einzigartige Kulturlandschaft und Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet. In: *Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR*. Lauber S. et al. WSL und Agroscope. 200 S.

-
- Hofmann et al. 2017: Biomonitoring der Immissionsbelastung von Glyphosat, Glufosinat und AMPA sowie weiteren PSM-Wirkstoffen mittels Luftgüte-Rindenmonitoring. Ergebnisse Screening 2017. Integrierte Umweltüberwachung GbR.
- Holderegger 2018: Flächenrückgang der Moore in der Schweiz. In: Küchler M. et al.: Moore der Schweiz. Zustand, Entwicklung, Regeneration. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt. 27–38.
- Hutter und Bühler 2018: BDM-Bericht: Aktuelle Trends bei Neophyten.
- Huwylar et al. 2012: Modellierung der Tagfaltervielfalt im Schweizer Alpenraum: Mehr als ein Drittel der Tagfalter-Hot-Spots liegt in gesetzlich geschützten Trockenwiesen. *Natur und Landschaft* 87 (7).
- IGKB 2015: Abschlussbericht zum Interreg IV-Forschungsprojekt «Klimawandel am Bodensee», Blaue Reihe, Bericht Nr. 60.
- Imesch et al. 2015: Biodiversität im Wald: Ziele und Massnahmen. Vollzugshilfe zur Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt im Schweizer Wald. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1503: 186 S.
- Info Flora 2020. www.infoflora.ch/de/ (Stand Oktober 2020).
- Ingold 2005: Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere – Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier, mit einem Ratgeber für die Praxis. Haupt Verlag, Bern.
- IPBES 2016: Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen (IPBES), The Methodological Assessment Report on Scenarios and Models of Biodiversity and Ecosystem Services. S. Ferrier et al. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 348 S.
- IPBES 2018: Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen (IPBES), The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella L., Scholes R., Brainich A. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 S.
- IPBES 2019: Zwischenstaatliche Plattform für Biodiversität und Ökosystem-Dienstleistungen (IPBES), Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Ismail et al. 2021: Klimawandel und Biodiversitätsverlust gemeinsam angehen. *Swiss Academies Factsheet* 16 (3).
- Jamin et al. 2019: Aussterbeschuld in Zürcher Feuchtgebieten. Dette d'extinction dans les zones humides Zurichoises. *Nature + Paysage. Natur + Landschaft: Inside* 9, 24–27.
- Jenny et al. 2018: Evaluation Vernetzungsprojekte. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Johnson et al. 2020: Global shifts in mammalian population trends reveal key predictors of virus spillover risk. *Proceedings of the Royal Society of London* 287, 20192736.
- Kantone Aargau, Bern und Zürich 2019: Moorböden – kostbar und unersetzlich. 5 gute Gründe, diesen Schatz zu erhalten, ihn aufzuwerten und von seinen Leistungen für Mensch und Natur zu profitieren. 12 S.
- Kehrberger und Holzschuh 2019: Warmer temperatures advance flowering in a spring plant more strongly than emergence of two solitary spring bee species. *PLoS ONE* 14(6): e0218824.
- Kempel et al. 2020: Nationwide revisitation reveals thousands of local extinctions across the ranges of 713 threatened and rare plant species. *Conservation Letters*. DOI: [10.1111/conl.12749](https://doi.org/10.1111/conl.12749)
- Kipfer et al. 2020: Wie der Bund die Biodiversität überwacht. *Hotspot* 42, 28–29.

-
- Kistler et al. 2013: Hauskatzen und Wildtiere im städtischen Umfeld – Übersicht über die aktuelle wissenschaftliche Literatur. SWILD, Zürich im Auftrag des Zürcher Tierschutzes, Zürich, 41 Seiten.
- Klaus 2007: Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern. 97 S.
- Klaus et al. 2009: Tourismus und Freizeitverhalten. In: 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.
- Kleijer et al. 2012: Die nationale Genbank von Agroscope ACW gestern, heute und morgen. Agrarforschung Schweiz 3 (9), 408–413.
- Knaus et al. 2018: Schweizer Brutvogelatlas 2013–2016. Verbreitung und Bestandsentwicklung der Vögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Knaus et al. 2019: Zustand der Vogelwelt in der Schweiz. Bericht 2019. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Knaus et al. 2020: Zustand der Vogelwelt in der Schweiz: Bericht 2020. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Knaus et al. 2021a: Zustand der Vogelwelt in der Schweiz 2021. Schweizerische Vogelwarte, Sempach. www.vogelwarte.ch/zustand
- Knaus et al. 2021b: Rote Liste der Brutvögel. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU); Schweizerische Vogelwarte. Umwelt-Vollzug Nr. 2124: 53 S.
- Knaus und Strebel 2022: Bestand und Biomasse von Brutvögeln und Nutzgeflügel in der Schweiz. Ornithologischer Beobachter 119, 74–80.
- Knop et al. 2017: Artificial light at night as a new threat to pollination. Nature 548, 206–209.
- Kohli 2005: BDM-Spezialauswertung Siedlung.
- Korpela et al. 2018: Biodiversity and psychological well-being. In: A. Ossola & J. Niemelä (Eds.), Urban Biodiversity: From Research to Practice (pp. 134–149). Routledge: Abingdon, Oxon & New York.
- Küchler 2018: Einfluss der Umgebung auf Moore. In: Küchler M. et al.: Moore der Schweiz. Zustand, Entwicklung, Regeneration. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt. S. 135–148.
- Kupper et al. 2022: Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990–2020. Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg.
- Küry et al. 2019: Quell-Lebensräume. Anleitung zur systematischen Erhebung und Ermittlung ihrer Bedeutung im Naturschutz. Expertenbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Lachat et al. 2011: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Haupt, Bern.
- Lambelet-Haueter et al. 2010: Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al.: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Haupt, Bern.
- Lauber et al. 2013: Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. WSL und Agroscope. 200 S.
- Leu 2018: Vergleich von Totholz und Mikrohabitaten im Naturwaldreservat und im Wirtschaftswald (Sihlwald, Zürich). Semesterarbeit, Berner Fachhochschule.
- Martinez et al. 2020: Vorkommen von Wasseramsel *Cinclus cinclus* und Gebirgsstelze *Motacilla cinerea* in Abhängigkeit vom biologischen Zustand der Fließgewässer. Ornithologischer Beobachter 117, 164–176.
- Meera 2019: Humans versus Earth: the quest to define the Anthropocene. Nature 572, 168–170.
- Meier et al. 2021: Zustand der Biodiversität in der Schweizer Agrarlandschaft. Zustandsbericht ALL-EMA 2015–2019. Agroscope Science. Nr. 111.

-
- Monnerat et al. 2016: Rote Liste der Prachtkäfer, Bockkäfer, Rosenkäfer und Schröter. Gefährdete Arten der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern; Info Fauna – CSCF, Neuenburg; Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Umwelt-Vollzug Nr. 1622: 118 S.
- Moos et al. 2019: Das Potenzial von Wildnis in der Schweiz. Bristol-Stiftung, Zürich; Haupt Verlag, Bern. 142 S.
- Moser et al. 2002: Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweiz Flora, Chambésy; Conservatoire et Jardin botanique de la Ville de Genève, Chambésy. BUWAL-Reihe «Vollzug Umwelt». 118 S.
- Müller und Bütler 2010: A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. *European Journal of Forest Research* 129: 981–992.
- Müller und Gimmi 2018: Ein Netzwerk zerfällt. In: Stuber und Bürgi 2018: Vom «eroberten Land» zum Renaturierungsprojekt. Geschichte der Feuchtgebiete in der Schweiz seit 1700. Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Haupt Verlag. 261 S.
- Müller-Wenk 2004: Landnutzung in potenziellen Fließgewässer-Auen. BUWAL, Umwelt Nr. 361.
- Nathani et al. 2022: Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz: Entwicklung zwischen 2000 und 2018.
- Näthe 2019: Einfluss von atmosphärischen Stickstoffeinträgen auf die Biodiversität von Insekten in terrestrischen Ökosystemen, Umweltbundesamt (Hrsg.). 32 S.
- PwC Schweiz / WWF Schweiz 2020: PricewaterhouseCoopers AG (PWC) / World Wide Fund For Nature (WWF), Nature is too big to fail – Biodiversity: the next frontier in financial risk management.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2015: Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Hrsg. von V. Hartje, H. Wüstemann und A. Bonn. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- Niggli et al. 2020: Pflanzenschutz und Biodiversität in Agrarökosystemen. Berichte über Landwirtschaft. Band 98, Ausgabe 1.
- Nobis et al. 2009: Neophyte species richness at the landscape scale under urban sprawl and climate warming. *Diversity and Distributions*, 15(6).
- OECD 2019: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action. Report 2019.
- Oertli und Frossard 2013: Les mares et étangs: écologie, conservation, gestion, valorisation. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne.
- Pascual et al. 2017: Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 26/27, 7–16.
- Quellen-Nachrichten 2013: Ergebnisse der Untersuchung des Gewässerschutzverbands Nordwestschweiz von 130 natürlichen und naturnahen Quellen im Kanton Basel-Landschaft (4/2013).
- Rey et al. 2017: Wandel der Landschaft: Erkenntnisse aus dem Monitoringprogramm Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES), Bern, Umwelt-Zustand Nr. 1641, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf: 72 S.
- Riedel et al. 2019: Ökologische Qualität von Wiesen, die mit Biodiversitätsbeiträgen gefördert werden. *Agrarforschung Schweiz* 10 (2).
- Riedo et al. 2021: Widespread occurrence of pesticides in organically managed agricultural soils – the ghost of a conventional agricultural past? *Environmental Science & Technology* 55, 2919–2928.
- Rigling und Schaffer 2015: Waldbericht 2015. Zustand und Nutzung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Bern, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. 144 S.
- Rixen und Rolando 2013: The impacts of skiing on mountain environments. Bentham e-book.

Rotenbühler 2017: Schottergärten und Landschaft, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz.

Roth et al. 2013: Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 178, 121–126.

Roth et al. 2014: Plants, birds and butterflies: short-term responses of species communities to climate warming vary by taxon and with altitude. *PLoS ONE* 9:e82490.

Roth et al. 2015. Nitrogen deposition and multi-dimensional plant diversity at the landscape scale. *Royal Society Open Science* 2.

Roth et al. 2019: Species turnover reveals hidden effects of decreasing nitrogen deposition in mountain hay meadows.

Rüetschi et al. 2012: Rote Liste Weichtiere (Schnecken und Muscheln). Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1216: 148 S.

Rumpf et al. 2018: Range dynamics of mountain plants decrease with elevation, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(8), 1848–1853.

Rust-Dubié et al. 2006: Fauna der Schweizer Auen. Eine Datenbank für Praxis und Wissenschaft. Bristol-Schriftenreihe 16. Haupt Verlag, Bern.

Sala et al. 2000: Global biodiversity scenarios for the year 2100. *science*, 287(5459), 1770–1774.

SBN / Pro Natura 1987: Schweizerischer Bund für Naturschutz (SBN). Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten Gefährdung Schutz. Band 1.

Schaub et al. 2020: Plant diversity effects on forage quality, yield and revenues of semi-natural grasslands. *Nature Communications*, 11(1), 768.

Scheidegger und Clerc 2002: Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz: Baum- und erdbewohnende Flechten. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, und Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, und Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève CJBG. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. 124 S.

Scherzinger (1996): Naturschutz im Wald: Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Praktischer Naturschutz. – Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).

Schweizerische Eidgenossenschaft 2020: Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2020–2025. Bern. 164 S.

SCNAT 2019a: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Biodiversität, eine Garantie für Gesundheit? *Swiss Academies Factsheet* 14(3).

SCNAT 2019b: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Insektenschwund in der Schweiz und mögliche Folgen für Gesellschaft und Wirtschaft.

SCNAT 2020: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT), Tagungsbericht «In Biodiversität investieren». Swifcob20, SCNAT2020.

Scopelliti et al. 2012: Biodiversity, Perceived Restorativeness and Benefits of Nature: A Study on the Psychological Processes and Outcomes of On-Site Experiences in Urban and Peri-Urban Green Areas in Italy. *Landscape and Urban Planning* 134.

Senn-Irlet et al. 2007: Rote Liste der gefährdeten Grosspilze der Schweiz. Umwelt-Vollzug Nr. 0718. Hrsg. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, und WSL, Birmensdorf. 92 S.

Smith 2014: Global rise in human infectious disease outbreaks. *Journal of the Royal Society Interface* 11, 20140950.

Stade et al. 2020: Replacements of small- by large-ranged species scale up to diversity loss in Europe's temperate forest biome. *Nature Ecology & Evolution*, DOI: 10.1038/s41559-020-1176-8

-
- Stöcklin et al. 2007: Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen. vdf, Zürich. Kap. 4: Welche Landschaft und welche Biodiversität wünscht die Gesellschaft? 104–112.
- Strebel und Bühler 2015: Recent shifts in plant species suggest opposing land-use changes in alpine pastures. *Alpine Botany* 125, 1–9.
- Stuber und Bürgi 2011: Hüeterbueb und Heitisträhl. Traditionelle Formen der Waldnutzung in der Schweiz 1800 bis 2000. Bristol-Stiftung, Zürich, Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 302 S.
- UK Treasury 2020: The Dasgupta Review – Independent Review on the Economics of Biodiversity. Interim Report.
- UNEP 2018: Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP), Inclusive Wealth Report.
- UVEK 2019: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Das Insektensterben stoppen – eine Auslegeordnung zuhanden der UREK-N. Ursachen, Handlungsbedarf, Massnahmen. 19. August 2019.
- Van Klink et al. 2020: Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science* 368(6489), 417–420.
- Vega und Küffer 2021: Promoting wildflower biodiversity in dense and green cities: The important role of small vegetation patches. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volume 62.
- Vision Landwirtschaft 2016: Pestizid-Reduktionsplan Schweiz. Aktuelle Situation, Reduktionsmöglichkeiten, Zielsetzungen und Massnahmen.
- Vonlanthen et al. 2012: Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482.
- Walter et al. 2010: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich; Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.
- Watson et al. 2016: Catastrophic declines in wilderness areas undermine global environmental targets. *Current Biology* 26, 2929–2934.
- WEF 2022: World Economic Forum (WEF), Global Risks Report 2022. In partnership with Marsh McLennan, SK Group and Zurich Insurance Group.
- Wiesel Patchwork Seetal 2008: Wiesel Patchwork Seetal (Aargau), Schlussbericht über die Pilotphase (mit Erfolgskontrolle), 2008.
- Wipf et al. 2005: Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *J. Appl. Ecol.* 42, 306–316.
- WWF 2018: World Wide Fund For Nature (WWF), Living Planet Report 2018: Aiming higher. WWF, Gland, Switzerland.
- WWF France 2019: World Wide Fund For Nature (WWF) France, Into the Wild: integrating nature into investment strategies.
- WWF/ZSL 2020. The Living Planet Index database. www.livingplanetindex.org
- Zingg et al. 2019: Increasing the proportion and quality of land under agri-environment schemes promotes birds and butterflies at the landscape scale. *Biological Conservation* 231.
- Zollhöfer 1997: Quellen – die unbekanntesten Biotop: erfassen bewerten, schützen. Bristol Stiftungsserie Band 6. Flück-Wirth Verlag, Teufen.

Bildnachweis

Seite 8

Haufen der Roten Waldameise auf Weide mit Frühlings-Schlüsselblume (*Primula veris*) in Les Places (Gemeinde Tramelan)

Foto: Markus Bolliger / BAFU

Seite 14

Eine der schönsten Linden Europas in Linn im Kanton Aargau.

Foto: Iris Krebs

Seite 22

Wanderweg in Oberrickenbach-Bannalp

Foto: Sylvia Michel / Schweiz Tourismus

Seite 30

Leichte Nebelschwaden über den Palüds dal Lai Nair

Foto: André Stummer / KEYSTONE

Seite 38

Die Grande Caricaie und das Ufer des Neuenburgersees, fotografiert aus Cheseaux-Noréaz, Kanton Waadt

Foto: Laurent Gillieron / KEYSTONE

Seite 48

Schwarzwaldalp im Haslital, Berner Oberland

Foto: Mauritius Images / KEYSTONE

Seite 56

Hallwilersee bei Seengen, Kanton Aargau

Foto: Jan Geerk / Schweiz Tourismus

Seite 70

Der «Parc des anciennes serres» in Neuenburg

Foto: Annette Boutellier / Lunax / BAFU

Seite 78

Zugvögel über dem Genfersee bei Allaman, Kanton Waadt

Foto: Valentin Flauraud / KEYSTONE