

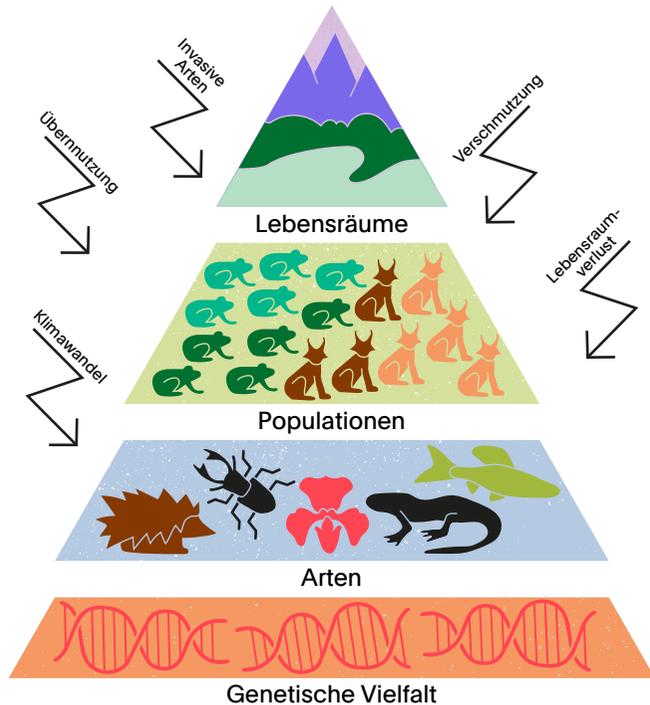
Warum Biodiversität wichtig ist und welche Rolle sie bei der Klimaregulierung spielt

Elisa Cadelli, Philipp Brun, Nadia Castro, Sibel Dugan, Dirk Nikolaus Karger, Niklaus E. Zimmermann



1. Was ist Biodiversität?

Biodiversität – kurz für biologische Vielfalt – ist die Vielfalt des Lebens auf der Erde und seiner Wechselwirkungen, von Genen, Populationen und Arten bis hin zu Gemeinschaften und Ökosystemen. Wir denken bei Biodiversität oft an die Anzahl der Arten an einem Ort. Die biologische Vielfalt hat jedoch viele Facetten und kann auch die Evolutionsgeschichte (phylogenetische Vielfalt), ökologische Funktionen (funktionelle Vielfalt) oder die Verschiedenartigkeit unterschiedlicher Gemeinschaften widerspiegeln. Folglich lässt sich die biologische Vielfalt nicht auf eine einzige Zahl reduzieren.

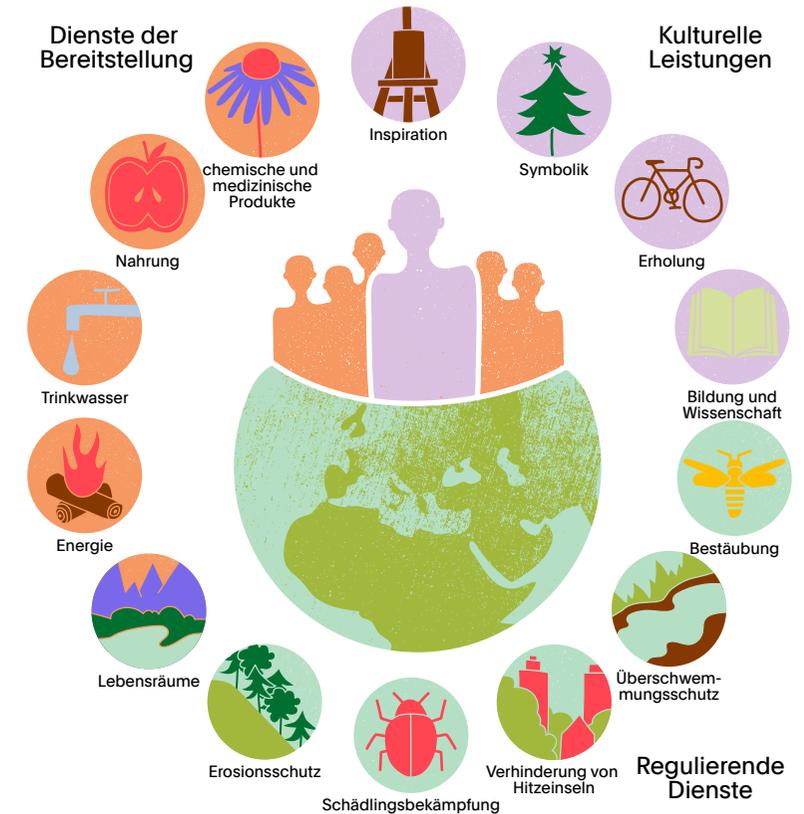


Die diversen Facetten der biologischen Vielfalt und die Hauptfaktoren für ihre Veränderung.

2. Was steht auf dem Spiel, warum ist sie wichtig?

Die biologische Vielfalt ist nicht nur eine riesige Ansammlung von Flora und Fauna, sie ist die Grundlage unserer Existenz. In diesem reichen Geflecht des Lebens tragen unzählige Arten zum Funktionieren der Ökosysteme bei. Diese Ökosysteme wiederum versorgen uns Menschen mit einer Fülle von Dienstleistungen, die für unser Überleben und unsere Lebensqualität unerlässlich sind. Sie sind unsere natürliche Speisekammer und Apotheke, die uns eine Fülle gesunder Nahrungsmittel und medizinischer Ressourcen bietet. Die Luft, die wir atmen, das Wasser, das wir trinken, und der Boden, der unsere Pflanzen nährt, werden alle durch die Prozesse der verschiedenen Arten, die in natürlichen Gemeinschaften zusammenwirken, gereinigt und erhalten¹. Bestäuber, wie z.B. Bienen, sind unerlässlich für die Produktion vieler Lebensmittel, die wir konsumieren, und ihre schwindende Zahl führt bereits heute zu einem messbaren Rückgang der Lebensmittelproduktion².

Ökosysteme fungieren auch als natürliche Kohlenstoffsenken und mildern die Auswirkungen des Klimawandels, indem sie Kohlenstoffemissionen absorbieren. Die Vielfalt der Natur ermöglicht der Menschheit, angesichts einer ungewissen Zukunft Alternativen zu wählen. Über diese Grundbedürfnisse hinaus ist die biologische Vielfalt ein wesentlicher Bestandteil aller Facetten des menschlichen Wohlbefindens. Wenn wir die Biodiversität erhalten, haben wir nicht nur materielle oder wirtschaftliche Vorteile, sondern wir bereichern auch unser psychisches Wohlbefinden, unsere kulturelle Verbundenheit sowie unsere Bildungs- und Freizeitaktivitäten. Der Wert des Schweizer Waldes allein für die Erholung wird zum Beispiel auf rund 3 Milliarden CHF pro Jahr geschätzt³. Der Wert der biologischen Vielfalt ist immens und vielschichtig, was ihre Unverzichtbarkeit für die menschliche Existenz unterstreicht⁴.

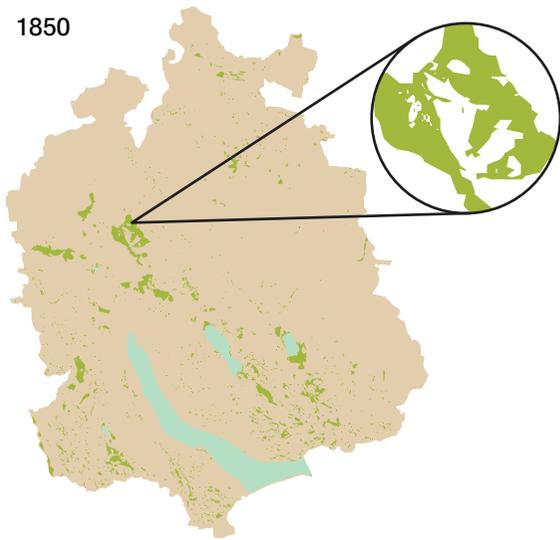


Auszüge aus den verschiedenen Ökosystemdienstleistungen für den Menschen.

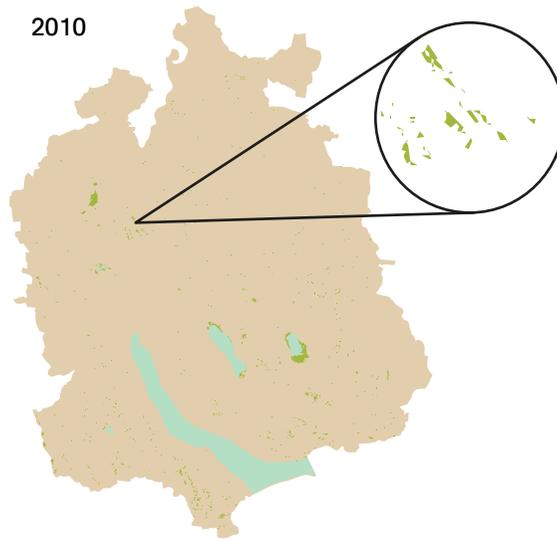
3. Die Bedeutung von Lebensräumen und die jüngsten Entwicklungen

Bei der Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen spielen Lebensräume eine zentrale Rolle^{4,5}, denn sie beherbergen Artengemeinschaften, die eine breite Palette von Ökosystemleistungen erbringen. Moore und Sümpfe speichern beispielsweise Kohlenstoff, während Uferzonen und Feuchtgebiete den Abfluss von Regenwasser dämpfen, Überschwemmungen abpuffern und für sauberes Wasser sorgen, indem sie Bodenerosion verhindern und das Grundwasser anreichern⁶. Gebirgswälder schützen Siedlungen in Alpentälern vor Lawinen, Steinschlag oder Muren und bieten Holz für diverse Zwecke wie Bau oder Energie. Ausserdem sind viele bedrohte Arten an bestimmte Lebensräume gebunden. Der Zwergrohrkolben, eine vom Aussterben bedrohte Pionierart, braucht zum Beispiel dynamische Flusssysteme mit regelmässig umgestalteten Ufern,

1850



2010



Der Rückgang der Feuchtgebiete zwischen 1850 und 2010, dargestellt am Beispiel des Kantons Zürich¹⁷.

um zu gedeihen⁷. Die vielen Arten, die wir in der Schweiz finden, bewohnen 230 offiziell unterschiedene Lebensraumtypen, von nass bis trocken, von warm bis kalt, von Flaumeichenwald bis Krummseggenrasen¹¹. Zudem variieren die Artenzusammensetzungen derselben Lebensräume in unterschiedlichen Regionen der Schweiz.

Doch nicht nur das Vorhandensein eines Lebensraums ist wichtig, um das Überleben seiner Bewohner zu gewährleisten, sondern auch seine Fläche⁵. Um zu gedeihen, müssen Arten lebensfähige Populationen, d.h. genügend Individuen, unterhalten. Die maximale Grösse der Populationen, die in einem Lebensraum aufrechterhalten werden kann, d.h. die Tragfähigkeit des Lebensraums, wird jedoch durch seine Fläche begrenzt. Populationen kleiner Arten können vielleicht lokal überleben, aber viele grosse Arten, wie z.B. Raubtiere, benötigen weitläufige Gebiete. Die Regel, dass grössere Flächen mehr Arten beherbergen können, ist einer der allgemeingültigsten Grundsätze in der Ökologie^{8,9}. Entsprechend reicht es nicht nur kleine Gebiete zu schützen, da diese nicht genügend Raum für das Überleben vieler Arten bieten und nicht viele verschiedene Lebensräume enthalten¹⁰. Ausserdem ist es nicht ratsam, nur einzelne grössere Gebiete aus wenigen Regionen zu schützen, auch wenn sie viele Lebensräume enthalten. Denn bei einem solchen Ansatz bleiben viele Arten aus anderen Regionen ungeschützt und die geschützten Gebiete sind tendenziell schlecht miteinander vernetzt.

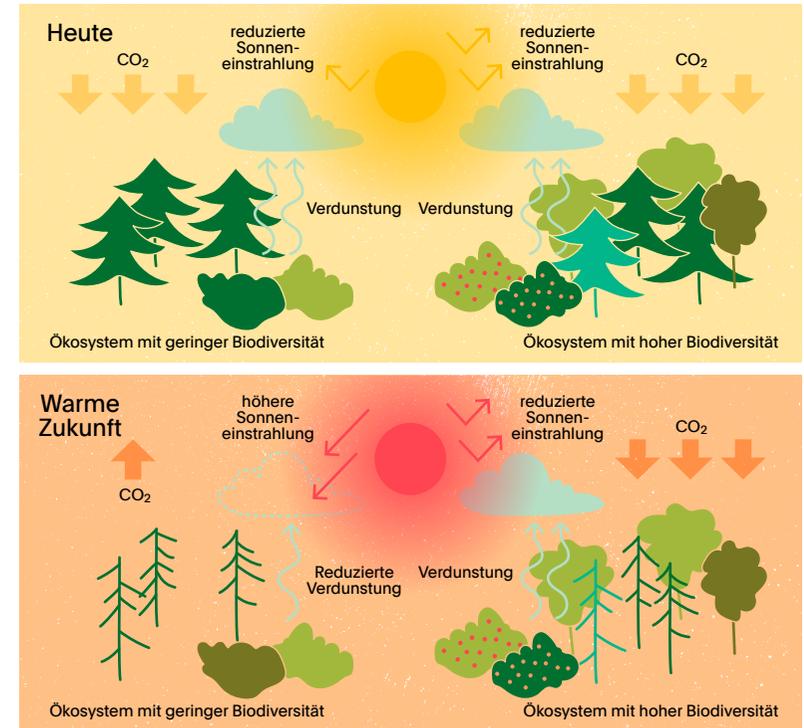
Leider sind in der Schweiz die roten Listen für Lebensräume am längsten. Im Jahr 2016 war fast die Hälfte von ihnen bedroht¹², ein Anteil, der noch höher ist als das Drittel

der Arten, die derzeit auf der roten Liste stehen¹³. Diese Bedrohungen betreffen vor allem offene und aquatische Lebensräume, insbesondere im Schweizer Mittelland, wo der Druck durch Urbanisierung und Landwirtschaft am höchsten ist, während die Wälder auch wegen des höheren gesetzlichen Schutzes und der extensiveren Nutzung weniger unter Druck stehen. Zwischen 1985 und 2018 gingen pro Sekunde rund 1,3 Quadratmeter offene Lebensräume verloren, von denen 54% in Siedlungsgebiet umgewandelt wurden¹⁴. Die verbleibenden 46% verwaldeten¹⁴, was vor allem auf aufgegebenen Weiden in höheren Lagen und in geringerem Ausmass durch die Verschiebung der Baumgrenze nach oben als Reaktion auf den fortschreitenden Klimawandel geschah¹⁵.

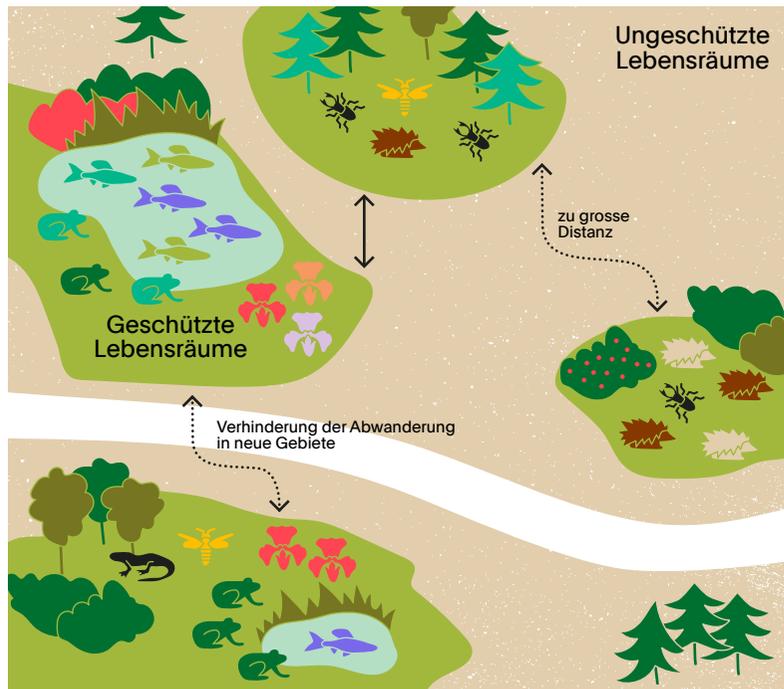
Wie tiefgreifend sich die Schweizer Landschaft verändert, wird noch deutlicher, wenn man ein wenig weiter zurückblickt. Seit 1850 haben wir >90% der Auen und Moore verloren, als Folge der Urbanisierung, der Entwässerung zur Intensivierung der Landwirtschaft und die Flussregulierung¹⁶. In ähnlicher Weise sind seit 1900 mehr als 95% der Trockenwiesen und -weiden verloren gegangen¹⁶. Die artenreichen Orte, die wir vor Augen haben, wenn wir über diese Lebensräume nachdenken, sind daher nur noch Fragmente einer einst viel vielfältigeren Landschaft. Wir sollten sorgsam mit ihnen umgehen, wenn wir die Arten, die sie beherbergen, und die Leistungen, die sie für uns erbringen, erhalten wollen.

4. Welche Zusammenhänge gibt es zwischen Biodiversität und Klimawandel?

Klimabedingungen wie Temperatur und Niederschlag beeinflussen die biologische Vielfalt erheblich, wobei ein stabiles, begünstigtes Klima eine grössere Artenvielfalt fördert. Im Gegenzug spielt die biologische Vielfalt eine zentrale Rolle bei der Klimaregulierung, indem die biologische Vielfalt und die Ökosysteme zusammen dazu beitragen, dass jedes Jahr rund 31% der CO₂-Emissionen der Atmosphäre wieder entnommen werden¹⁸. Die biologische Vielfalt beeinflusst das Klima durch Prozesse wie den Kohlenstoff- und Wasseraustausch und die Reflexion der Sonnenstrahlung, die wiederum von Faktoren wie der Pflanzenproduktivität und der Vegetationsdichte abhängen. Die biologische Vielfalt unterstützt wichtige Ökosystemfunktionen, die das Klima regulieren und auf Störungen reagieren. Sie verringert die Variabilität klimabeeinflusster Prozesse und stärkt die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen. Artenreiche Ökosysteme sind besser in der Lage, mit extremen Ereignissen wie Dürren oder Hitzewellen umzugehen und wesentliche Funktionen und Beiträge der Natur für den Menschen, wie die Versorgung mit Nahrung und Wasser sowie die Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten, zu schützen, als dies



Eine vereinfachte Darstellung der Wechselwirkungen zwischen den klimatischen Bedingungen und der Biodiversität.



Beispiele für Netzwerke von Schutzgebieten desselben Lebensraums, durch die Arten wandern können, um sich an den Klimawandel anzupassen.

bei artenarmen Ökosystemen der Fall ist. Je mehr Arten in einem bestimmten Ökosystem vorhanden sind, desto mehr Arten stehen zur Verfügung, die ein bestimmtes Extrem von Wetterbedingungen tolerieren können, was dazu beiträgt, den Zusammenbruch eines Ökosystems zu verhindern.

Der Verlust der Artenvielfalt, der durch den Klimawandel oder menschliche Aktivitäten verursacht wird, kann Rückkopplungseffekte auf das Klimasystem haben. So kann beispielsweise die Degradierung der Wälder aufgrund von Hitze und Trockenheit zu einem Waldsterben führen, wodurch sich die Klimaanomalien verschlimmern und der Wärme- und Wasserverlust noch grösser wird. Um diese negativen Auswirkungen einzudämmen, muss der Verlust der biologischen Vielfalt auf allen Ebenen, von grossen Landschaften bis hin zu kleineren Gebieten, angegangen werden. Der Zusammenhang zwischen Klima und biologischer Vielfalt ist jedoch äusserst komplex. Diese gegenseitige Abhängigkeit bedeutet, dass die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt nicht nur den langfristigen Erhalt der Ökosystemdienstleistungen für den Menschen bedrohen¹⁹, sondern auch die Fähigkeit der Ökosysteme, das Klima selbst zu regulieren. Die Schweiz erwärmt sich aufgrund ihrer Lage in den mittleren nördlichen Breitengraden mit derzeit 2.8°C stärker als der globale Durchschnitt²⁰,

was die Bedeutung einer gesunden Biodiversität in der Schweiz zusätzlich erhöht.

Der fortschreitende Klimawandel zwingt viele Arten ihre angestammten Verbreitungsgebiete zu verlassen, um zu überleben^{21,22}. Die anhaltende Erwärmung (und die häufig damit verbundene Austrocknung) drängt viele Arten dazu, neue Standorte zu finden, die ihren Ansprüchen an Temperatur und Feuchtigkeit entsprechen. Infolgedessen wandern die Arten, oft in höhere Lagen²³. Sowohl die Migration als natürlicher Teil des Lebens einer Art als auch die Migration aufgrund klimatischer Veränderungen erfordert ausreichend Platz und eine Vernetzung der Lebensräume. Die meisten Arten können sich nicht einfach quer durch die Landschaft bewegen. Stattdessen wandern sie entlang ihrer bevorzugten Lebensräume²⁴, was ausreichend kurze Entfernungen zwischen diesen erfordert. Auch die Wanderung in höhere Lagen hat ihre Grenzen, da die zur Verfügung stehende Fläche mit zunehmender Höhe immer kleiner wird, was bedeutet, dass kalteangepasste, spezialisierte Arten in den Alpen unter starken Druck geraten²⁵.

Folglich können die derzeitigen Schutzgebiete nicht als garantierte «sichere Zonen» angesehen werden und es ist dringend notwendig, die Planung und den Schutz von Hotspots der biologischen Vielfalt zu überdenken und dabei potenzielle Klimafluchtgebiete und widerstandsfähige Lebensräume einzubeziehen. Darüber hinaus müssen wir die Migration von Arten als Reaktion auf veränderte Bedingungen unterstützen, indem wir die Vernetzung von Lebensräumen und Schutzgebieten verbessern. Die Vernetzung ist für die Erhaltung der genetischen Vielfalt der Populationen von entscheidender Bedeutung. Wenn ähnliche Lebensräume zu weit voneinander entfernt sind, können sich die Arten nicht genetisch austauschen, und eine Migration, insbesondere in einer sich erwärmenden Welt, wird verunmöglicht. Genetische Vielfalt innerhalb von Populationen ist aber entscheidend für ihre Widerstandsfähigkeit unter wechselnden Umweltbedingungen. Die positiven Auswirkungen von Fläche und Vernetzung auf den Artenreichtum und die negativen Auswirkungen von Habitatverlust sind hinlänglich bekannt²⁶. Aus wissenschaftlicher Sicht besteht daher zur Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt ein dringender Bedarf an ausreichender Fläche, die vorrangig (oder gemeinsam mit dem Menschen) für die biologische Vielfalt genutzt wird, an ausreichender Lebensraumqualität und an ausreichender Vernetzung.

Zitiervorschlag:

Cadelli E., Brun P., Castro N., Dugan S., Karger D. N., Zimmermann N. E., Warum Biodiversität wichtig ist und welche Rolle sie bei der Klimaregulierung spielt (ETH Zurich, white paper, 2024). <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000673411>

Referenzen

- Shin, Y.-J. et al. Chapter 4. Plausible Futures of Nature, Its Contributions to People and Their Good Quality of Life. <https://zenodo.org/records/5656910> (2019) doi:10.5281/zenodo.5656910.
- Reilly, J. R. et al. Crop production in the USA is frequently limited by a lack of pollinators. *Proc. R. Soc. B* **287**, 20200922 (2020).
- von Grünigen, S., Montanari, D. & Ott, W. Wert Der Erholung Im Schweizer Wald. *Schätzung Auf Basis Des Waldmonitorings Soziokulturell (WaMos 2)*. 45.
- IPBES. *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. <https://zenodo.org/records/3553579> (2019) doi:10.5281/zenodo.3553579.
- Soliveres, S. et al. Biodiversity at multiple trophic levels is needed for ecosystem multifunctionality. *Nature* **536**, 456–459 (2016).
- Kimmel, K. & Mander, Ü. Ecosystem services of peatlands: Implications for restoration. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* **34**, 491–514 (2010).
- Käsermann, C. & Moser, D. M. Merkblätter Artenschutz – Blütenpflanzen und Farne. 344 (1999).
- Connor, E. F. & McCoy, E. D. The Statistics and Biology of the Species-Area Relationship. *The American Naturalist* **113**, 791–833 (1979).
- Arrhenius, O. Species and Area. *Journal of Ecology* **9**, 95–99 (1921).
- Devictor, V. et al. Spatial mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity: the need for integrative conservation strategies in a changing world. *Ecology Letters* **13**, 1030–1040 (2010).
- Delarze, R., Gonseth, Y., Eggenberg, S. & Vust, M. *Guide des milieux naturels de Suisse: écologie, menaces, espèces caractéristiques*. (Rossolis, Bussigny (Suisse), 2015).
- Delarze, R. et al. *Rote Liste Der Lebensräume Der Schweiz. Aktualisierte Kurzfassung Zum Technischen Bericht 2013 Im Auftrag Des Bundesamtes Für Umwelt (BAFU)*. 33 (2016).
- Cordillot, F. & Klaus, G. *Gefährdete Arten in Der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010*. 111 (2011).
- Bundesamt für Statistik. *Arealstatistik Der Schweiz. Erhebung Der Bodennutzung Und Der Bodenbedeckung*. (2024).
- Gehrig-Fasel, J., Guisan, A. & Zimmermann, N. E. Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment? *J Vegetation Science* **18**, 571–582 (2007).
- Bundesamt für Umwelt. *Biotope von nationaler Bedeutung*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/fachinformationen/oekologische-infrastruktur/biotope-von-nationaler-bedeutung.html>.
- Bürgi, M. History of wetlands in Switzerland since 1850. *EnviDat* <https://doi.org/10.16904/ENVIDAT.58> (2019).
- Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2021). doi:10.1017/9781009157896.
- IPCC. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report (Full Volume) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (IPCC, Geneva, Switzerland, 2023). doi:10.59327/IPCC/AR6-
- MeteoSchweiz. *Klimawandel*. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klimawandel.html> (2024).
- Corlett, R. T. & Westcott, D. A. Will plant movements keep up with climate change? *Trends in Ecology & Evolution* **28**, 482–488 (2013).
- Tucker, M. A. et al. Moving in the Anthropocene: Global reductions in terrestrial mammalian movements. *Science* **359**, 466–469 (2018).
- Lenoir, J. & Svenning, J.-C. Climate-related range shifts – a global multidimensional synthesis and new research directions. *Ecography* (2014) doi:10.1111/ecog.00967.
- Strnad, M. et al. *Report on Methodological Evaluation of Approaches to Migration Corridors*. <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Strnad%2C+M.%2C+Min%2C%3%A1rikov%2C%3%A1%2C+T.%2C+Dost%2C%3%A1lov%2C%3%A1%2C+A.%2C+Plesnik%2C+J.%2C+Vrba%2C+J.%2C+Ho%2C%3%A1ek%2C+M.+and+Cond%2C%3%A9%2C+S.%2C+2013.+Report+on+methodological+evaluation+of+approaches+to+migration+corridors.+ETC%2FBFD+report+to+the+EEA&ie=UTF-8&oe=UTF-8> (2013).
- Rumpf, S. B. et al. Range dynamics of mountain plants decrease with elevation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **115**, 1848–1853 (2018).
- Wilson, E. O. & MacArthur, R. H. *The Theory of Island Biogeography*. (Princeton University Press, Princeton, 2001).