

BESSERER BIODIVERSITÄTSSCHUTZ IN BLAU-GRÜNEN ÖKOSYSTEMEN

HELEN MOOR¹, MARTIN M. GOSSNER¹, CATHERINE GRAHAM¹, MARTINA L. HOBI¹, IVANA LOGAR², ANITA NARWANI², UELI REBER¹, OLE SEEHAUSEN², ROLF HOLDEREGGER¹, FLORIAN ALTERMATT²

Obwohl aquatische (blaue) und terrestrische (grüne) Ökosysteme eng miteinander verwoben sind, werden sie oft getrennt voneinander betrachtet und verwaltet. Um Biodiversität Ökosystem-übergreifend besser zu schützen, braucht es integrative Ansätze in Forschung, Praxis und Gesetzgebung.

Die Biodiversität bildet das Gerüst des Lebens. Das vielfältige Zusammenspiel zwischen Lebensräumen, Arten und Genen gewährleistet das Funktionieren der Ökosysteme sowie ihrer Leistungen an Gesellschaft und Wirtschaft und begründet die Reaktionsfähigkeit der Natur auf lokale und globale Veränderungen.

Biodiversität kennt keine Grenzen

Das Wechselspiel der verschiedenen Elemente der biologischen Vielfalt erfolgt über viele Grenzen hinweg, auch über die vom Menschen festgelegten. Gerade die abstrakte Einteilung in aquatische und terrestrische Ökosysteme vereinfacht zwar deren Betrachtung, trägt aber der realen Vernetzung der Biodiversität nicht Rechnung. Aquatische und terrestrische Ökosysteme sind eng miteinander verzahnt und durch gegenseitige Wechselwirkungen miteinander verknüpft, sowohl im Offenland, als auch im Wald oder im Siedlungsraum (Abb. 1). Organismen bewegen sich zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen, interagieren miteinander im Rahmen von Nahrungsnetzen oder beeinflussen physikalische Bedingungen wie Temperatur oder Lichteinfall über Ökosystemgrenzen hinaus. Viele Insekten wandeln sich während ihres Lebenszyklus von Wasser- zu Landbewohnern und benötigen daher sowohl intakte aquatische als auch ter-

restrische Lebensräume. Viele Vögel ernähren sich von aquatischen Insekten, Muscheln oder Fischen. Und das mit gutem Grund: Der Nährwert aquatischer Insekten ist dank einem hohen Anteil mehrfach ungesättigter Omega-3-Fettsäuren höher als derjenige terrestrischer Insekten [1]. Auch Pflanzen haben ökosystem-übergreifende Effekte: Laubbäume an Ufern beschatten und kühlen die Gewässer. Mit dem Eintrag ihrer Laubstreu ins Wasser bilden sie die Nahrungsgrundlage für zahlreiche Mikroorganismen und Wirbellose. Solche Wechselwirkungen erzeugen Flüsse von Nährstoffen oder Kohlenstoff zwischen den Ökosystemen. Viele aquatische Gemeinschaften sind von diesen Kohlenstoffeinträgen aus terrestrischen Ökosystemen abhängig [2], leiden aber auch unter Einträgen von Nährstoffen oder Pestiziden aus der Landwirtschaft. Letzteres kann beispielsweise durch einen genügend grossen Gewässerraum unterbunden werden [3]. Veränderungen in einzelnen Teilen dieser

DES ÉCOSYSTÈMES BLEUS-VERTS POUR MIEUX PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

HELEN MOOR¹, MARTIN M. GOSSNER¹, CATHERINE GRAHAM¹, MARTINA L. HOBI¹, IVANA LOGAR², ANITA NARWANI², UELI REBER¹, OLE SEEHAUSEN², ROLF HOLDEREGGER¹, FLORIAN ALTERMATT²

Bien qu'ils soient interdépendants, les écosystèmes aquatiques (bleus) et terrestres (verts) sont trop souvent appréhendés isolément les uns des autres. Pour que la conservation de la biodiversité soit plus efficace, la recherche, la pratique et la législation doivent dépasser cette approche cloisonnée au profit d'une vision inter-écosystémique.

La biodiversité est la trame de la vie. Les interactions complexes entre habitats, espèces et gènes sont garantes du fonctionnement des écosystèmes et des services qu'ils rendent à la société et à l'économie, et fondent la capacité de la nature à s'adapter aux changements locaux et globaux.

La biodiversité ne connaît pas de frontières

Les éléments de la biodiversité interagissent au-delà de nombreuses frontières, y compris celles définies par l'homme. La distinction abstraite établie entre écosystèmes aquatiques et terrestres simplifie leur étude mais ne rend pas compte du fonctionnement en réseau de la biodiversité.

Les écosystèmes aquatiques et terrestres sont étroitement liés et entretiennent des relations d'interdépendance à différents niveaux, que ce soit en milieu ouvert, en forêt ou en zone urbanisée (fig. 1). Les organismes évoluent entre écosystèmes aquatiques et terrestres, interagissent au sein de réseaux alimentaires et influent sur la température, la luminosité et autres paramètres physiques au-delà des frontières écosystémiques. De nombreux insectes ont des stades de vie aquatiques et terrestres dans leur cycle de développement et ont ainsi besoin d'habitats in-

tacts dans ces deux milieux. Une multitude d'oiseaux se nourrissent d'insectes aquatiques, de coquillages ou de poissons, dont la richesse en acides gras oméga 3 polyinsaturés leur confère une valeur nutritive supérieure à celle des insectes terrestres [1]. Les plantes terrestres rendent des services au-delà de leur écosystème: au bord des plans et cours d'eau, les arbres offrent un ombrage qui rafraîchit le biotope aquatique, tandis que la litière de feuilles immergée est à la base de l'alimentation d'une foule de microorganismes et d'invertébrés. Ces interactions engendrent des flux de nutriments et de carbone entre les écosystèmes. Nombre de communautés aquatiques sont tributaires des apports carbonés d'origine terrestre [2]. Mais elles sont aussi fragilisées par les immisions de nutriments et de pesticides de l'agriculture, que l'on pourrait minimiser en élargissant par exemple les espaces réservés aux eaux [3]. Toute modification

Systeme können kaskadenartige Auswirkungen über Ökosystemgrenzen hinweg nach sich ziehen. Diese Verflechtungen sollten beim Artenschutz sowie beim Schutz von Ökosystemen berücksichtigt werden.

Problem Silo-Mentalität

Die Abgrenzung zwischen aquatischen und terrestrischen Ökosystemen und deren getrennte Betrachtung ist allgegenwärtig: sie findet sich in der Forschung, in der Verwal-

tung und in der Praxis. Diese Silo-Mentalität (Abb. 2) vernachlässigt die vielfältigen Abhängigkeiten zwischen Ökosystemen und stellt ein Hindernis für den nachhaltigen und umfassenden Schutz der Biodiversität dar. Teilweise ist dieses sektorielle Denken auch strukturell verankert: Eine disziplinäre Trennung zeigt sich an Hochschulen und in der Organisation von Forschungsinstituten, in welchen aquatische und terrestrische Ökosysteme oft getrennt voneinander

Abb. 1: Wasser- und Landlebensräume sind eng miteinander verknüpft. Der Laubstreueintrag von Bäumen bildet die Grundlage für aquatische Nahrungsnetze; Eisvögel ernähren sich von Wasserbewohnern; Arten wie Libellen nutzen aquatische und terrestrische Lebensstadien in ihrem Entwicklungszyklus (Gewässer: F. Altermatt; Limmataufer: R. Holderegger; Tiere: Creative Commons Public Domain).



Fig. 1: Les habitats aquatiques et terrestres sont étroitement liés, que ce soit en forêt, dans les zones urbanisées ou dans les milieux ouverts. La litière de feuilles des arbres constitue la base de réseaux alimentaires aquatiques; les martins-pêcheurs se nourrissent d'habitants aquatiques; des espèces comme les libellules ont des stades de vie aquatiques et terrestres dans leur cycle de développement (photos: cours d'eau, Florian Altermatt; rive de la Limmat, Rolf Holderegger; animaux, Creative Commons Public Domain).

d'un élément d'un écosystème est susceptible d'avoir des effets en cascade jusque dans les milieux voisins. Il est essentiel que la conservation des espèces et des écosystèmes intègre pleinement l'importance de ces interconnexions.

Le problème de la pensée en silo

La distinction entre écosystèmes aquatiques et terrestres est omniprésente dans la recherche, l'administration et la pratique. Cette approche en silo (fig. 2) ne tient pas compte des nombreuses interdépendances entre ces écosystèmes, ce qui est un obstacle pour la conservation durable et globale de la biodiversité. Ce

mode de pensée sectoriel se reflète en partie au niveau structurel. On le retrouve ainsi dans l'enseignement au sein des hautes écoles et dans l'organisation des instituts de recherche, où les écosystèmes aquatiques et terrestres sont souvent traités isolément les uns des autres. Dans les administrations, à tous les échelons, la gestion des eaux, des forêts, la protection de la nature et du paysage échoient à des services distincts. C'est aussi parfois le cas dans les bureaux d'écologie ou de planification et les ONG. Ce cloisonnement des écosystèmes bleus et verts et de leur biodiversité a cours dans les milieux mêmes où une approche

Abb. 2: Das Silo-Denken, welches aquatische Ökosysteme (blaues Silo) und terrestrische Ökosysteme (grünes Silo) getrennt betrachtet, durchzieht Forschung, Verwaltung und Praxis, und ist ein Hindernis für effektiven Biodiversitätsschutz. Die gemeinsame Forschungsinitiative Blau-Grüne Biodiversität (BGB) von Eawag und WSL setzt sich dafür ein, diese sektoriellen Barrieren abzubauen und eine ganzheitliche Betrachtungsweise zu fördern.

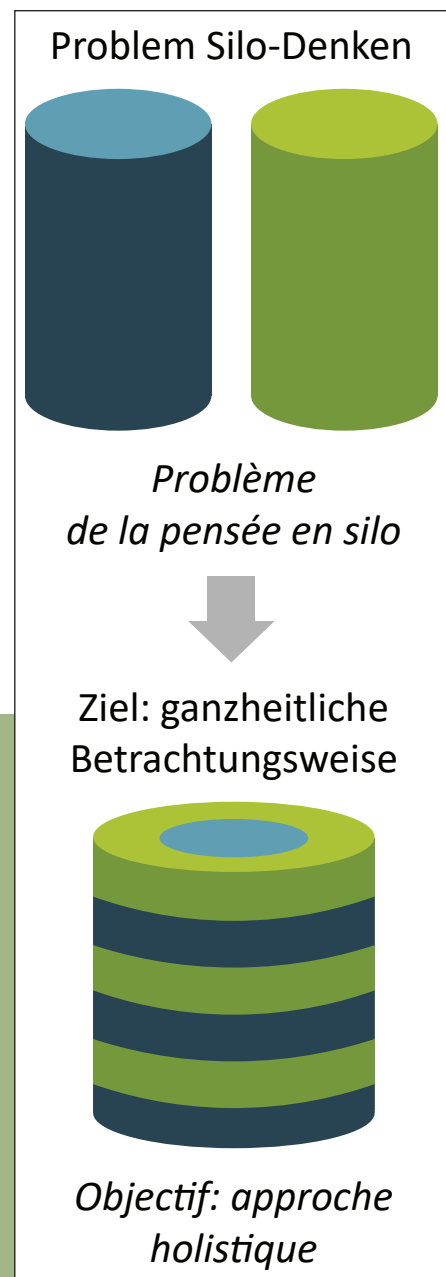


Fig. 2: La pensée en silo, qui considère les écosystèmes aquatiques (silo bleu) et terrestres (silo vert) séparément, est omniprésente dans la recherche, l'administration et la pratique, et constitue un obstacle à une conservation efficace de la biodiversité. L'initiative de recherche conjointe Blue-Green Biodiversity (BGB) de l'Eawag et du WSL s'efforce de faire tomber les barrières sectorielles afin de parvenir à une approche holistique.

supra-écosystémique serait cruciale pour une gestion fructueuse des habitats et des espèces, et pour l'élaboration de concepts et de directives efficaces.

behandelt werden. Verwaltungen aller Stufen haben oft separate Abteilungen für Wasser, Wald oder Natur- und Landschaftsschutz. Dasselbe kann auch für Öko- und Planungsbüros oder NGOs gelten. Die Trennung von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen und ihrer Biodiversität ist also gerade dort vorhanden, wo die Bedeutung einer ökosystemübergreifenden Sichtweise für das tagtägliche Management von Lebensräumen und Arten oder die Entwicklung von Konzepten und Richtlinien besonders wichtig ist.

Die Silo-Mentalität kann dazu führen, dass Massnahmen nicht zielführend oder sogar kontraproduktiv sind, dass mögliche Synergien nicht genutzt werden, oder dass Konflikte bei der Ressourcenzuteilung entstehen [4]. Sie behindert damit wirksame politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Massnahmen zur Eindämmung und Umkehrung des Verlusts der biologischen Vielfalt. Um Biodiversität effektiv zu schützen, bedarf es eines Verständnisses davon, wie Arten und Ökosysteme auf Landschaftsebene miteinander verbunden und voneinander abhängig sind.

Die gemeinsame Forschungsinitiative Blau-Grüne Biodiversität (BGB) von Eawag und

La pensée en silo peut déboucher sur des mesures qui, parce qu'elles n'exploitent pas les synergies ou génèrent des conflits de partage des ressources, se révèlent inopérantes, voire contre-productives [4]. Elle constitue ainsi un frein sérieux à l'efficacité des actions politiques, sociales et économiques qui visent à endiguer et inverser le déclin de la biodiversité. La conservation ne peut porter ses fruits que si elle s'appuie sur une compréhension des liens et des interdépendances qui existent entre les espèces et entre les écosystèmes au niveau du paysage. L'initiative de recherche conjointe Blue-Green Biodiversity (BGB 2020) de l'Eawag et du WSL vise à combler ce fossé sectoriel et à promouvoir une approche intégrative (wsl.ch/bgb, eawag.ch/bgb). Ses résultats sont illustrés ici par un projet pratique de protection des batraciens et un projet de sciences sociales portant sur la politique de conservation de la biodiversité en Suisse.

Les batraciens sont dépendants d'une trame bleu-verte

Les batraciens au stade larvaire vivent en milieu aquatique, alors qu'à l'âge adulte,

WSL will disziplinäre Gräben überbrücken und eine integrative Betrachtungsweise fördern (www.wsl.ch/bgb oder www.eawag.ch/bgb). Resultate der Initiative werden hier beispielhaft anhand eines Projekts aus der konkreten Naturschutzpraxis im Bereich Amphibienschutz und eines sozialwissenschaftlichen Projekts zur Biodiversitätspolitik der Schweiz umrissen.

Amphibien brauchen eine blaue-UND-grüne Infrastruktur

Amphibien sind im Larvenstadium auf aquatische Lebensräume angewiesen, während sie sich als erwachsene Tiere meist in terrestrischen Lebensräumen bewegen. Im Kanton Aargau wurden im Rahmen des Amphibienschutzkonzepts in den letzten Jahr-

zehnten hunderte neuer Teiche angelegt. Neben der grösseren Verfügbarkeit von Lebensraum, sowie der Wiedereinführung einer gewissen Lebensraumdynamik, hat dies zu einer Verdichtung und besseren Vernetzung der Teiche geführt – mit Erfolg. Eine Analyse der Monitoring-Daten der letzten zwanzig Jahre zeigt, dass die Mehrzahl der Amphibienarten davon profitiert hat. Dank der Besiedelung neuer Teiche konnten viele Bestände, wie die der Gelbbauchunke (Abb. 3), stabilisiert werden oder verzeichneten sogar deutliche Zunahmen. Neben der Häufigkeit und Vielfalt der Teiche (z.B. permanente wie auch temporär austrocknende Teiche unterschiedlicher Grösse) spielt auch die terrestrische Umgebung eine Rolle: die Erdkröte beispielsweise besiedelt

Abb. 3: Im Kanton Aargau haben sich die regionalen Bestandesgrössen (Anzahl besetzter Teiche) der Gelbbauchunke dank der Besiedelung neu angelegter Teiche stabilisiert (Suhretal) oder sogar zugenommen (Aaretal), selbst bei einer gleichzeitigen Abnahme in alten Teichen (Rheintal).

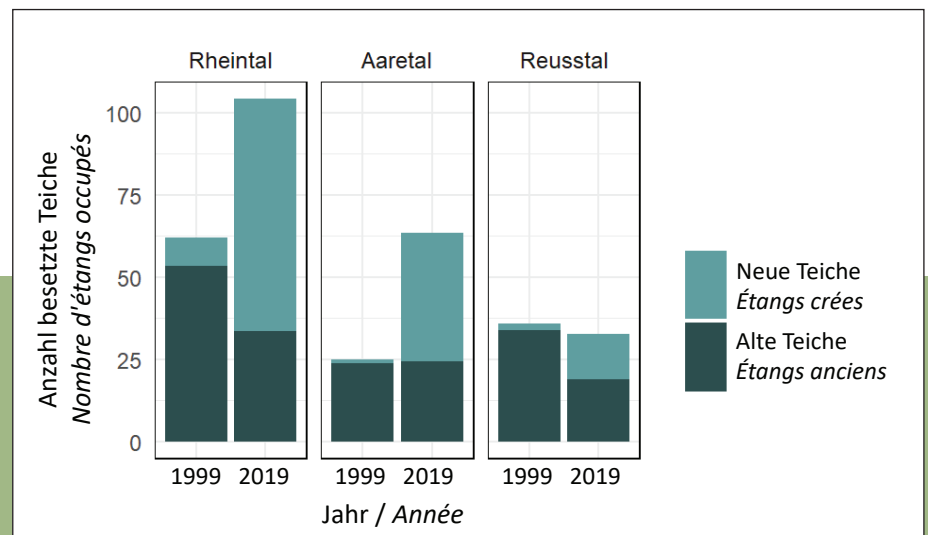


Fig. 3: Dans le canton d'Argovie, la taille des populations régionales (nombre d'étangs occupés) du sonneur à ventre jaune s'est stabilisée (vallées de la Reuss et de la Suhr), voire a augmenté (vallée de l'Aar), grâce à la colonisation d'étangs nouvellement créés, même en cas de diminution simultanée dans d'anciens étangs (vallée du Rhin).

ils évoluent dans des habitats essentiellement terrestres. Dans le cadre d'un concept de protection, le canton d'Argovie a, ces dernières décennies, créé des centaines de nouveaux étangs. La disponibilité accrue du milieu vital a réamorcé une certaine dynamique et s'est traduite par une densification et un meilleur maillage des habitats, ce qui a profité à la majorité des espèces de batraciens, comme l'a montré l'analyse des données de surveillance des vingt dernières années. La colonisation de nouveaux étangs a permis à de nombreuses populations, telles le sonneur à ventre jaune (fig. 3) de se stabiliser, voire d'augmenter fortement.

Mais le nombre et la diversité des points d'eau (permanents ou intermittents, dimensions) ne sont pas tout: le projet a également mis en évidence le rôle joué par le milieu terrestre. Ainsi, le crapaud commun colonise plus souvent de nouveaux étangs quand les abords sont constitués de 50 à 70 % de forêts, tandis que la présence d'axes routiers importants décourage son installation. L'exemple argovien montre que la création d'habitats aquatiques à l'échelle du paysage a permis de stabiliser les populations, voire d'inverser des mouvements de baisse. Mais l'influence décisive du milieu terrestre exige que celui-ci devienne partie intégrante de la planification environnementale.

neue Teiche öfter bei einem Anteil von 50-70 % Wald in der Umgebung, während das Vorkommen grosser Strassen die Besiedelung beeinträchtigt. Die landschaftsweite Neuschaffung aquatischer Lebensräume hat im Kanton Aargau die Stabilisierung der Bestände oder gar die Umkehrung rückläufiger Trends ermöglicht. Die terrestrische Umgebung spielt dabei jedoch eine wesent-

liche Rolle und muss deshalb Bestandteil der naturschutzfachlichen Planung sein.

Biodiversität betrifft diverse Politikbereiche

Der Erhalt und die Förderung von Biodiversität erfordert koordinierte Massnahmen in einem breiten Spektrum von Politikbereichen (z.B. Landwirtschaft, Energie, Raum-

planung). Biodiversitätsfragen müssen in die Themen dieser Bereiche (z.B. Pestizide, Gewässerschutz, Zersiedelung) integriert werden, um beispielsweise biodiversitätsschädigende Subventionen umzulenken [5]. Eine Auswertung politischer Dokumente der letzten zwanzig Jahre zeigt, dass je nach Politikbereich und Thema teils erhebliche Unterschiede beim Fortschritt der Integration von

Abb. 4: Anzahl Dokumente mit Biodiversitätsbezug (grün) im Vergleich zu allen Dokumenten eines Politikbereiches in der parlamentarischen Phase des Gesetzgebungsprozesses (1999-2018). Während beispielsweise in der Landwirtschaftspolitik 14.7 % aller Dokumente Aussagen zum Thema Biodiversität enthalten, sind es bei der Energiepolitik 2.4 % und bei der Raumplanungspolitik nur 1.7 %.

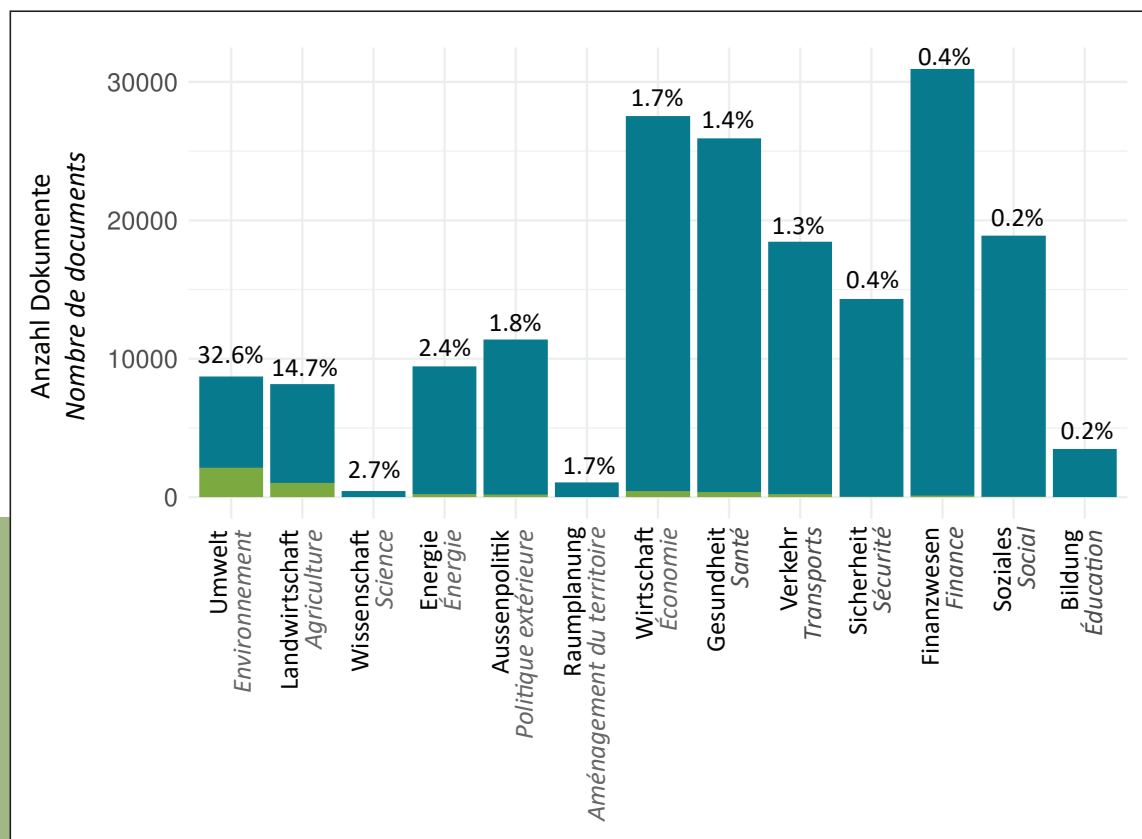


Fig. 4: Nombre de documents relatifs à la biodiversité (vert) par rapport à l'ensemble des documents d'un domaine politique produits au cours de la phase parlementaire du processus législatif (1999-2018). Par exemple, alors que 14,7 % de tous les documents de la politique agricole contiennent des déclarations sur le thème de la biodiversité, ce chiffre n'est que de 2,4 % pour la politique énergétique et de 1,7 % pour la politique d'aménagement du territoire.

La biodiversité, un enjeu transversal des politiques publiques

La conservation et la promotion de la biodiversité appellent des mesures coordonnées dans une grande variété de domaines politiques (agriculture, énergie, aménagement du territoire, etc.). Les enjeux de biodiversité doivent être intégrés aux problématiques traitées (pesticides, protection des eaux, mitage, etc.), par exemple pour réorienter les subventions dommageables à la biodiversité [5]. Une évaluation des documents politiques produits ces vingt dernières années révèle des écarts parfois considérables entre les domaines politiques quant à la

prise en compte des questions de biodiversité [6]. S'il existe une conscience de ces enjeux dans les politiques environnementales et agricoles, elle est quasiment absente des programmes économiques, énergétiques et d'aménagement du territoire (fig. 4). Ainsi, malgré le déclin de la biodiversité constaté ces dernières décennies, les sujets qui s'y rapportent ne retiennent pas davantage l'attention. Une plus grande conscience des interdépendances qui existent entre des problématiques par ailleurs cloisonnées serait utile pour imposer la promotion de la biodiversité comme objectif transversal.

Décloisonner pour une conservation plus efficace

Une conservation plus efficace de la biodiversité passe par une meilleure prise en compte des interdépendances entre les écosystèmes. La recherche, l'administration et la pratique doivent sortir du cloisonnement disciplinaire et sectoriel et adopter une approche holistique de la biodiversité et des influences dont elle fait l'objet.

Biodiversitätsfragen bestehen [6]. Neben der Umweltpolitik besteht auch in der Landwirtschaftspolitik ein Bewusstsein für Biodiversitätsthemen – in der Wirtschafts-, Energie- oder Raumplanungspolitik jedoch kaum (Abb. 4). Trotz der Verschlechterung der Biodiversität in den letzten Jahrzehnten hat die Aufmerksamkeit für biodiversitätsrelevante Themen nicht zugenommen. Ein grösseres Bewusstsein für Zusammenhänge zwischen ansonsten getrennt betrachteten Themen kann dazu beitragen, unterschiedliche Politiken dem gemeinsamen Ziel der Biodiversitätsförderung zuzuordnen.

Effektiver Schutz dank ganzheitlichem Denken

Um Biodiversität besser schützen zu können, braucht es ein grösseres Verständnis für ökosystem-übergreifende Zusammenhänge, sowohl in der Forschung, als auch in der Verwaltung und der Praxis. Disziplinäre Grenzen und sektorielle Barrieren müssen abgebaut werden zugunsten einer ganzheitlichen Betrachtungsweise der Biodiversität und der auf sie einwirkenden Einflüsse.

Dank

Wir danken dem ETH-Rat für die Finanzierung durch die Blue-Green Biodiversity Initiative 2020 (BGB2020). Dieser Text ist eine veränderte und gekürzte Version eines Artikels in Aqua & Gas [7].

1 Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

2 Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf

Kontakt

Florian Altermatt

Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf

E-Mail: florian.altermatt@eawag.ch

Literatur

- 1 Twining, C.W.; Shipley, J.R.; Winkler, D.W. (2018): Aquatic insects rich in omega-3 fatty acids drive breeding success in a widespread bird. *Ecology Letters* 21: 1812-1820.
- 2 Gounand, I.; Little, C.J.; Harvey, E. & Altermatt, F. (2018): Cross-ecosystem carbon flows connecting ecosystems worldwide. *Nature Communications* 9: 4825.
- 3 Altermatt, F. (2020): Die ökologische Funktion der Gewässerräume. *Umweltrecht in der Praxis*: 51–67
- 4 OECD (2018): *Mainstreaming Biodiversity for Sustainable Development*. OECD, Paris.
- 5 Gubler, L.; Ismail, S.A.; Seidl, I. (2020): Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. *Grundlagenbericht*. WSL Berichte 96: 1-216.
- 6 Reber, U.; Fischer, M.; Ingold, K.; Kienast, F.; Hersperger, A. & Grütter, R. (2021): Die vielen Gesichter der Biodiversitätspolitik. *Hotspot* 44: 9.
- 7 Moor, H.; et al. (2021). Biodiversitätsschutz dank Ökosystem-übergreifendem Denken. *Forschungsinitiative Blau-Grüne Biodiversität (BGB)*. Aqua & Gas, 101(12), 44-49.

Remerciements

Nous remercions le Conseil des EPF pour le financement accordé dans le cadre de la Blue-Green Biodiversity Initiative 2020. Ce texte est une version révisée et abrégée d'un article paru dans Aqua & Gas [7].

1 Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL), Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

2 Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Eawag), Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf

Renseignements

Florian Altermatt

Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Eawag), Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf
courriel: florian.altermatt@eawag.ch

Bibliographie

- 1 Twining, C.W.; Shipley, J.R.; Winkler, D.W. (2018): Aquatic insects rich in omega-3 fatty acids drive breeding success in a widespread bird. *Ecology Letters* 21: 1812-1820.
- 2 Gounand, I.; Little, C.J.; Harvey, E. & Altermatt, F. (2018): Cross-ecosystem carbon flows connecting ecosystems worldwide. *Nature Communications* 9: 4825.
- 3 Altermatt, F. (2020): Die ökologische Funktion der Gewässerräume. *Umweltrecht in der Praxis*: 51–67.
- 4 OCDE (2018): *Mainstreaming Biodiversity for Sustainable Development*. OCDE, Paris.
- 5 Gubler, L.; Ismail, S.A.; Seidl, I. (2020): Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. *Grundlagenbericht*. WSL Berichte 96: 1-216.
- 6 Reber, U.; Fischer, M.; Ingold, K.; Kienast, F.; Hersperger, A. & Grütter, R. (2021): Die vielen Gesichter der Biodiversitätspolitik. *Hotspot* 44: 9.
- 7 Moor, H.; et al. (2021). Biodiversitätsschutz dank Ökosystem-übergreifendem Denken. *Forschungsinitiative Blau-Grüne Biodiversität (BGB)*. Aqua & Gas, 101(12), 44-49.