

1 Strategische Planung von Revitalisierung und Naturschutz

Fliessgewässerrevitalisierungen müssen vielen ökologischen und gesellschaftlichen Bedürfnissen gerecht werden. Eine strategische Planung kann dazu beitragen, die Projektziele auf kantonaler und lokaler Ebene zu priorisieren. In diesem Kapitel werden Methoden zur Revitalisierungsplanung vorgestellt, die auf Modellen und genetischen Analysen verschiedener Organismengruppen basieren und es ermöglichen, vergangene Besiedlungsprozesse entlang von Flüssen zu rekonstruieren und zukünftige vorauszusagen. Die hier diskutierten Planungsinstrumente helfen dabei zu bestimmen, ob die aktuellen Schutzgebiete für die langfristige Erhaltung der auenbewohnenden Arten ausreichend sind.

Sabine Fink und Christoph Scheidegger

1.1 Herausforderungen für die Schutz- und Revitalisierungsplanung

Die Planung von Fliessgewässerrevitalisierungen ist anspruchsvoll, da sowohl die Entwicklung von terrestrischen und aquatischen Lebensräumen als auch deren Besiedlung durch Flora und Fauna von ihrer Vernetzung entlang von Flüssen abhängt (Abb. 1). Dies wird in der Strategie Biodiversität Schweiz (BAFU 2017b) anerkannt: Sie unterstreicht die Bedeutung des Austauschs von Individuen und Genen über eine funktionierende ökologische Infrastruktur, die aus einem Netzwerk von für die Biodiversität wichtigen Flächen gebildet wird. Schutzgebiete wie Smaragd-Gebiete oder Biotope von nationaler Bedeutung sowie Bereiche mit begrenzten menschlichen Aktivitäten wie Jagdbanngebiete sind wichtige Knoten dieser Netzwerke. Sie können unterschiedliche Lebensräume für Arten bieten, und dienen z. B. als Zufluchtsorte für kurzfristiges Verweilen oder temporären Schutz, oder als Refugien, die ein langfristiges Überleben trotz sich ändernder Umweltbedingungen erlauben (s. Kap. 5; Rachelly *et al.* 2023).

Um solche Netzwerke aus Lebensräumen und die Prozesse zu verstehen, die zur Erhaltung der Verbindungen zwischen den Netzwerkknoten beitragen, sind räumlich explizite Daten notwendig: sowohl über das aktuelle und voraussichtliche Vorkommen von Arten und die Verteilung ihrer Lebensräume, wie auch über artenspezifische Ausbreitungsmöglichkeiten. Für viele Arten sind zwar schweizweit Daten zur ökologischen Nische vorhanden, jedoch können die Verfügbarkeit und Qualität von regionalen Informationen über das effektive Vorkommen von Zielarten erheblich variieren. Gross angelegte

Feldstudien, die sämtliche Fundorte einer bestimmten Art in der Schweiz kartieren, sind nicht durchführbar. Für eine wirksame Planung sind aber räumlich explizite Daten in einem grossen Umfang erforderlich.

Abbildung 1

Vielfältiger Auen-Lebensraum entlang der Moesa im Misox-Tal (GR). Die Vernetzung von offenen Kiesbänken zwischen dicht bewachsenen Gebieten entlang von Flüssen kann durch Feldstudien, genetische Analysen und Simulationen der Ausbreitung zwischen Lebensräumen untersucht werden.



Bild: S. Fink

1.2 Warum Modelle für die Revitalisierungsplanung verwenden?

Mit ökologischen Modellen können Lücken in der Kenntnis zur Verbreitung von Arten geschlossen werden, wenn nur wenige Funddaten vorhanden sind. Gestützt auf vorhandene

Artennachweise hilft dieser Ansatz den Planerinnen und Planern, den Zusammenhang zwischen ökologischen Faktoren und dem Vorkommen, der Fortpflanzung und der Ausbreitung von Arten zu verstehen (s. Box 2 und Kap. 2; van Rooijen *et al.* 2023). Mit solchen Modellen lässt sich zudem die räumliche und zeitliche Verbreitung von Arten

Box 2: Ökologische Modelle

Ökologische Modelle basieren auf Informationen über Zielarten, die beim Schweizerischen Informationszentrum für Arten (www.infospecies.ch) verfügbar sind oder aus Feldstudien stammen (Abb. 2). Für Zielarten, die im Rahmen eines Rote-Liste-Projekts untersucht wurden, bilden die detaillierten Präsenz- und Absenzdaten für verschiedene Standorte in der Schweiz eine solide Grundlage für die Modellierung.

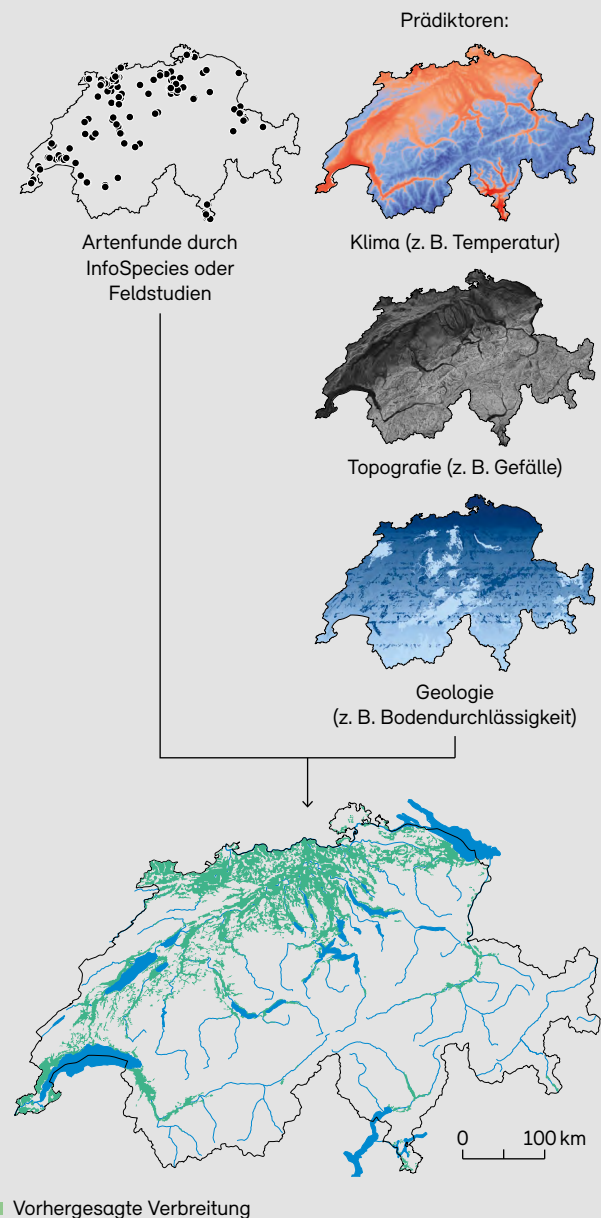
Jedes Modell erfordert einen geeigneten Satz von Prädiktoren (Umweltvariablen, die zur Vorhersage eines Ereignisses, einer Situation oder anderer Variablen verwendet werden). In den in diesem Kapitel vorgestellten Beispielen wurden klimatische, geologische und topografische Prädiktoren ausgewählt, um die Nische der Arten abzubilden.

Für Pflanzen dürften die durchschnittliche Temperatur während der Vegetationsperiode und die Geländeneigung (ein Proxy für die einfallende Strahlung) von Bedeutung sein, während für Pilze die durchschnittliche Jahrestemperatur und der Niederschlag die Hauptfaktoren darstellen. Georeferenzierte Umweltdaten stehen auf nationaler Ebene zur Verfügung.

Modellierungsalgorithmen sind als Open-Source-Pakete in der kostenlosen Softwareumgebung R (www.cran.r-project.org) verfügbar. Zur Habitatmodellierung gibt es umfangreiche Literatur (z. B. Guisan *et al.* 2017). Karten zur Habitateignung lassen sich unter Verwendung eines Schwellenwerts in Karten zur vorhergesagten Verbreitung der Arten umwandeln.

Abbildung 2

Ökologische Modelle verknüpfen Artenfunde (oben links) und Karten mit Prädiktoreninformationen (oben rechts) nach einem statistischen Ansatz, um eine Karte der prognostizierten Artenverbreitung zu erstellen (unten).



Quelle: WSL

Abbildung 3

(a) *Morchella semilibera* wurde mit einer Methode identifiziert, bei der Pilze mit einer hohen Affinität zu Auen-Lebensräumen als typische auenbewohnende Arten erkannt werden. (b) Ausgehend von Funden (schwarze Punkte) wurden Vorkommen (grüne Flächen) zwar in aktuellen Schutzgebieten (rot umrandete Flächen) vorhergesagt, jedoch häufiger in derzeit nicht geschützten Gebieten entlang der Aare im Kanton Bern.

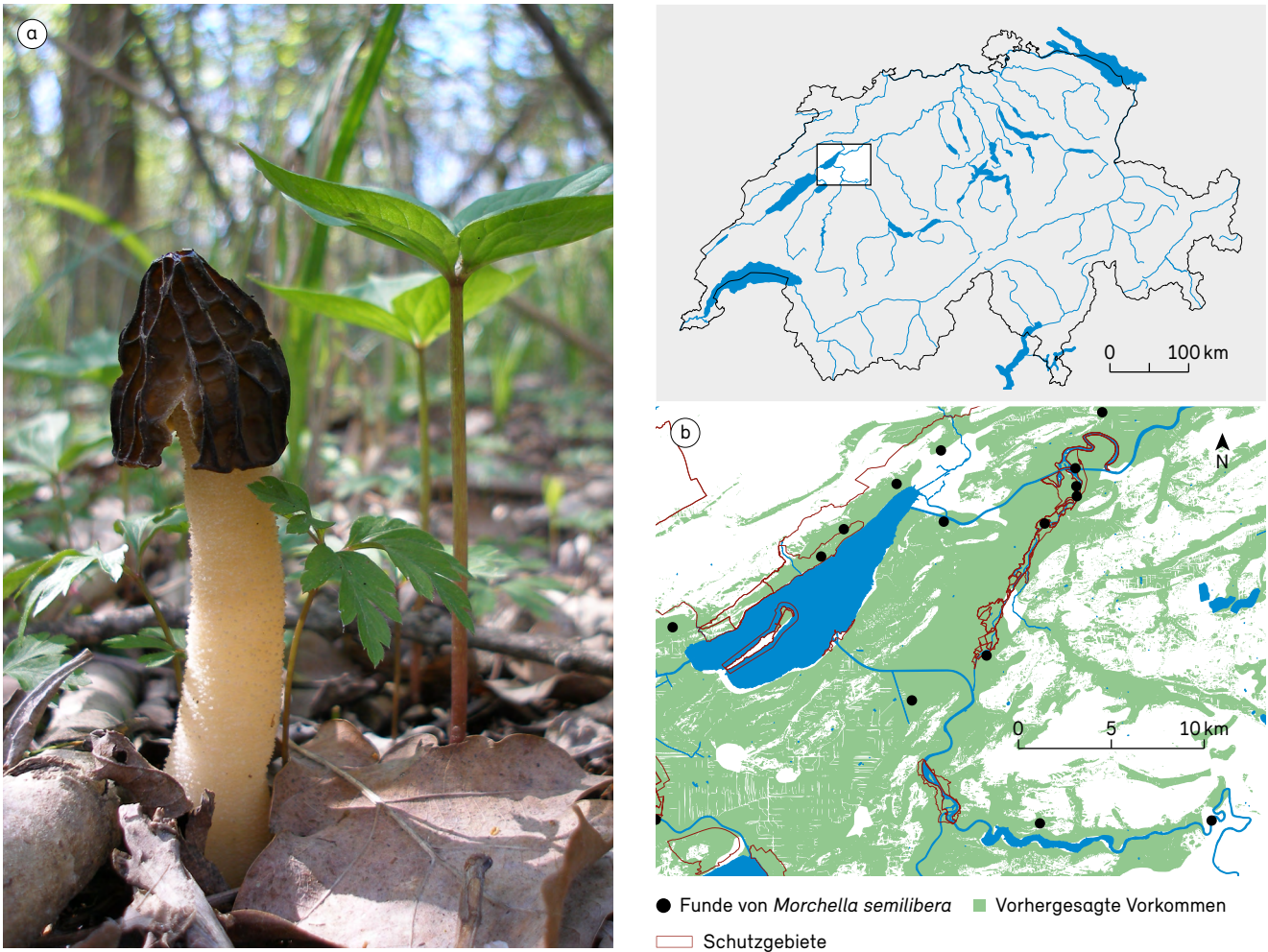


Bild: A. Gross, Abbildungen: WSL

vorhersagen und sie können auch zur Beurteilung der wichtigsten ökologischen Faktoren verwendet werden, die für geeignete Lebensräume für eine bestimmte Art vorhanden sein müssen. Weiter ermöglichen sie eine Prognose für andere Gebiete anhand der dort herrschenden Umweltbedingungen, ohne dass Daten über das tatsächliche Vorkommen der Art in diesen Gebieten vorhanden sind. Die dabei eingesetzten statistischen Verfahren gehen davon aus, dass für die Artenverbreitung entscheidende Kernprozesse von ökologischen Bedingungen abhängen, welche sowohl durch biotische als auch abiotische Faktoren beschrieben werden können.

1.3 Anwendung der ökologischen Modellierung in Planungsprojekten am Beispiel Pilze

Revitalisierungsprojekte fokussieren meist auf einige wenige Artengruppen aus Flora und Fauna und berücksichtigen selten andere Organismengruppen wie etwa Pilze. Pilze kommen in vielen Lebensräumen innerhalb des Habitatmosaiks in Auen vor, wobei sie eine wichtige Rolle bei Ökosystemprozessen wie etwa beim Abbau organischer Stoffe spielen oder als Mykorrhiza eine Symbiose mit Pflanzen eingehen. Trotz dieser wichtigen Funktionen finden Pilze in

der Planung aber zu wenig Beachtung. Pilze leisten einen wichtigen Beitrag zur biologischen Vielfalt in Auenwäldern und anderen Ökosystemen, lassen sich aber aufgrund des begrenzten saisonalen Auftretens ihrer Fruchtkörper nur schwer erfassen. Daten über das Vorkommen von Pilzarten sind daher in vielen interessanten Regionen nur spärlich vorhanden. Ökologische Modelle auf der Grundlage von Artennachweisen, die in der ganzen Schweiz von einer grossen Gemeinschaft von freiwilligen Mykologinnen und Mykologen (Fachleute für Pilze) gesammelt wurden, können uns helfen, diese Informationslücken zu schliessen.

Eine Liste der in der Schweiz vorkommenden typischen Pilze in Auen gibt es nicht. In einer kürzlich durchgeführten Studie wurden daher räumliche Informationen aus Einzelnachweisen verwendet, um Arten zu identifizieren, die oft in der Nähe von Flüssen vorkommen (Fink *et al.* 2021). Die daraus resultierende Liste häufiger Arten mit einer hohen Affinität zu Auen-Lebensräumen wurde mithilfe von Daten aus der Literatur zu ihrer Ökologie evaluiert – wie der Identifizierung von Wirtsbaumarten der Pilze, die auch typisch für Auen-Lebensräume sind, oder von Bodensubstraten (z. B. Sand), die für das Wachstum der Arten erforderlich sind. Eine der identifizierten typischen Arten ist *Morchella semilibera*: eine saprophobe Art, die häufig auf Torfböden oder Humus vorkommt und mit auenbewohnenden Pflanzen vergesellschaftet ist. Mit einem ökologischen Modell wurden dann geeignete Lebensräume für diese Art entlang von Flüssen vorhergesagt (Abb. 3).

Ein Netzwerk zusammenhängender Lebensräume für auenbewohnende Arten sollte bestehende Gebiete mit hoher Biodiversität einbeziehen. Die Rolle der derzeit geschützten Habitate in der Schweiz (z. B. Auen von nationaler Bedeutung, Smaragd-Gebiete) wurde durch einen Vergleich des Anteils an geeignetem Lebensraum innerhalb des geschützten Perimeters mit jenem ausserhalb der Schutzgebiete bewertet. Die Modelle ergaben, dass in den nicht geschützten Gebieten wesentlich mehr geeignete Lebensräume für Pilze vorhanden sind als in den aktuellen Schutzgebieten, was dafür spricht, derzeit nicht geschützte Gebiete mit hohem Potenzial in die Naturschutzplanung für auenbewohnende Pilze einzubeziehen (Abb. 3). Das Potenzial dieser Gebiete für den Artenschutz sollte auch für andere Organismen im gleichen Lebensraum berücksichtigt

werden (s. Gildensystem, BAFU 2021a). Zudem könnte ein Einbezug dieser Gebiete dazu beitragen, divergierende Interessen von Arten mit gegensätzlichen Bedürfnissen in bereits geschützten Gebieten zu kompensieren (Jöhl *et al.* 2020).

1.4 Revitalisierungsplanung: zeitliche und räumliche Skalen

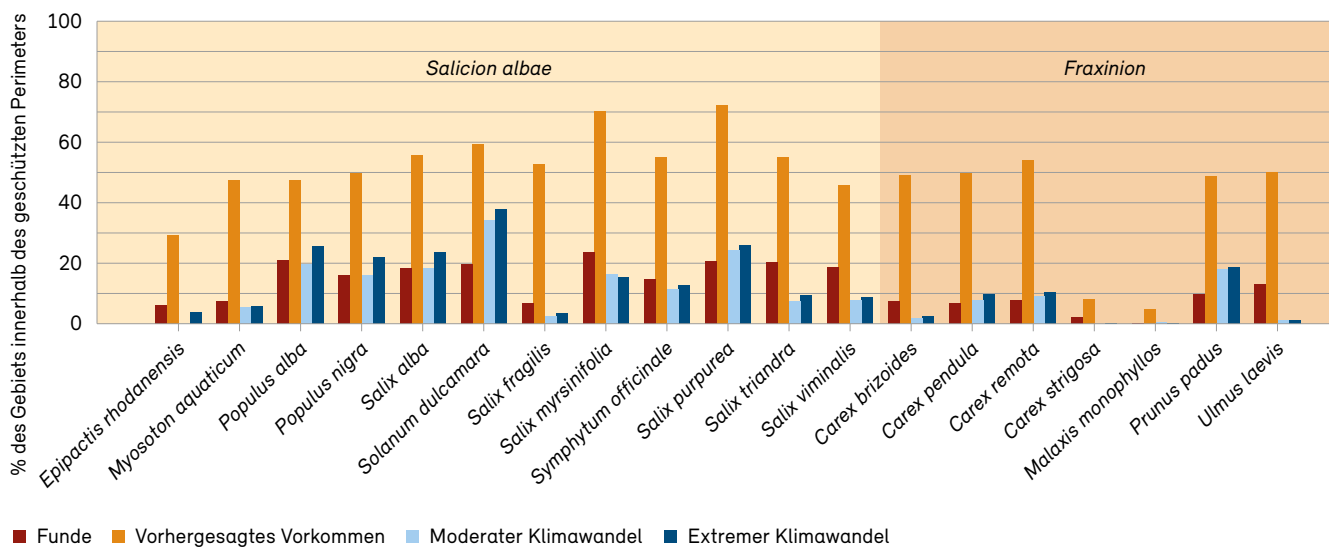
Dynamische Auen sind häufigen Veränderungen unterworfen und Populationen gewisser Arten können infolge von Erosion (z. B. Pioniervegetation), Überschwemmung (z. B. Makrozoobenthos) oder Austrocknung von Lebensräumen (z. B. kleine Tümpel entlang von Flüssen für Amphibien) lokal aussterben. Spezialisierte Arten können aber dank ihrer Anpassung an sich verändernde Lebensräume auch von dynamischen Ereignissen wie wiederholten Hochwassern profitieren, die ihnen helfen, weniger gut angepasste Arten zu verdrängen. Hydrodynamische Ereignisse dürften mit dem fortschreitenden Klimawandel intensiver werden, mit häufigeren extremen Hochwassern und längeren nachfolgenden Trockenperioden (Pistocchi und Castellarin 2012; BAFU 2021b). Dies ist ein wichtiger Aspekt, der bei der Planung zum Schutz von Auen-Lebensräumen zu beachten ist.

Der Modellierungsansatz ermöglicht es uns, die zukünftige Entwicklung von Auen-Lebensräumen unter verschiedenen Klimaszenarien vorherzusagen. Zwar sind die Ergebnisse mit vielen Unsicherheiten behaftet, aber sie helfen uns, das Ausmass der Veränderungen des verfügbaren Lebensraums oder der voraussichtlichen Verteilung der Arten in Abhängigkeit des Ausmasses der umweltbedingten Schwankungen, z. B. bei Niederschlag oder Temperatur, zu veranschaulichen. Diese Information ist relevant, weil sich Temperaturänderungen auf zahlreiche Lebensräume und Arten auswirken. So werden beispielsweise terrestrische Pflanzenarten durch wärmere, trockenere Bedingungen während ihrer Wachstumsperiode beeinträchtigt und der Gewässerfauna steht bei steigender Wassertemperatur weniger Lebensraum zur Verfügung.

Vorhersagen für zukünftige Klimabedingungen aus ökologischen Modellen verknüpft mit Simulationen zur Ausbreitung von Arten von aktuellen Standorten aus auf noch unbesiedelte, aber geeignete Lebensräume unterstützen

Abbildung 4

Alle aufgelisteten Auenwald-Arten, die zu den Pflanzengesellschaften *Salicion albae* und *Fraxinion* gehören, wurden in Auen von nationaler Bedeutung (rot) nachgewiesen. Die Fläche innerhalb des Auenperimeters, die unter den heutigen Bedingungen als geeignet vorhergesagt wird, ist im Allgemeinen gross (orange). Sowohl für das Szenario eines moderaten (hellblau) als auch eines extremen (dunkelblau) Klimawandels werden für die Zukunft (2084–2093) deutlich weniger geeignete Gebiete für diese Arten vorhergesagt.



Quelle: WSL

die Erforschung räumlicher und zeitlicher Netzwerke. Dies wurde am Beispiel von Auenwaldpflanzen gezeigt, die entlang von Fließgewässern wichtige Gemeinschaften bilden: Pflanzen der Pflanzengesellschaft *Salicion albae* (Weichholz) stabilisieren Kiesbänke und schützen sie vor Erosion, während *Fraxinion*-Wälder (Hartholz) wichtig sind für den Hochwasserrückhalt. Diese Lebensräume beherbergen viele bedrohte Arten, sind aber aufgrund des begrenzten Raums in Flusslandschaften häufig von einer Fragmentierung bedroht. Der Verlust von Lebensraum und von Arten wird im Zuge des Klimawandels voraussichtlich noch rascher voranschreiten und Arten werden sogar in den heute geschützten Auengebieten von nationaler Bedeutung weniger geeignete Habitate vorfinden (Abb. 4). Um das zukünftige Überleben dieser Pflanzengesellschaften zu sichern, müssen heute geeignete Management-Strategien geprüft werden (z. B. Verbesserung der Wasser- und Sedimentverfügbarkeit), um den beschleunigten Verlust zu verhindern. Wichtig ist zudem, dass Revitalisierungsprojekte genügend Raum für die Entwicklung von Auenwäldern sicherstellen.

1.5 Struktur und Form von Lebensräumen

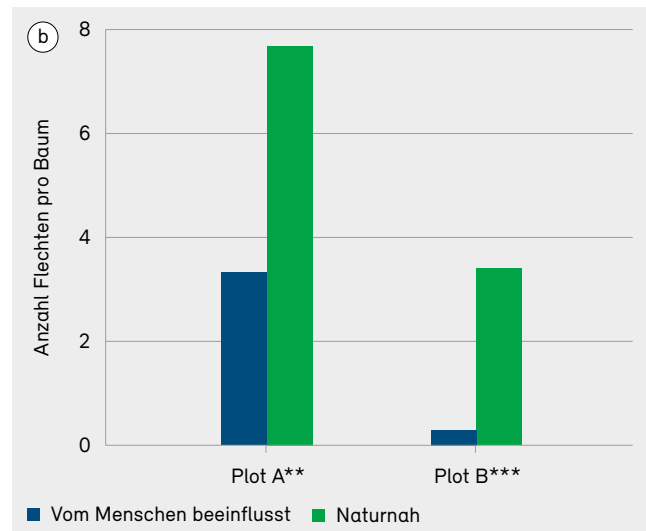
Modelle können uns helfen zu entscheiden, wo Naturschutz oder Revitalisierung Priorität haben sollten. Damit diese Massnahmen aber den grösstmöglichen Erfolg haben, braucht es zusätzliche Informationen zur Struktur und Form natürlicher oder naturnaher Lebensräume. Natürliche oder revitalisierte Auenwälder bieten Lebensraum für hochspezialisierte Organismen wie Flechten. Die Flechtenarten des Artkomplexes *Coniocarpon cinnabarinum*, einschliesslich der eng verwandten *C. fallax*, wachsen auf jungen Eschen (*Fraxinus excelsior*) und kommen hauptsächlich innerhalb von Auen vor. Eine Untersuchung der Verbreitung von *C. cinnabarinum* entlang der Töss (ZH) zeigte, dass dynamische Auenwälder mehr Individuen beherbergen als nicht natürliche Wälder (Abb. 5; Streit 2018). Für das Vorkommen des *Coniocarpon*-Artkomplexes ist eine gelegentliche Überflutung des Auenwaldes wichtig; Damit wird die Nährstoffversorgung gesichert und durch das Absterben von weniger angepassten Pflanzen des Unterholzes werden geeignete Lichtverhältnisse geschaffen.

Abbildung 5

(a) Zinnoberrote Fleckflechte *Coniocarpon cinnabarinum* und (b) Vergleich des Vorkommens dieser Art an Einzelbäumen in vom Menschen beeinflussten (blau) und naturnahen (grün) Auenwäldern auf zwei Lebensraumplots (A, B) entlang der Töss (ZH) im Jahr 2018. Der Unterschied zwischen den natürlichen und den vom Menschen beeinflussten Standorten war auf beiden Plots signifikant (** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$).



Abbildung adaptiert nach Streit (2018), Bild: C. Scheidegger



Mit einer Studie zu Flechten an Erlen im Einzugsgebiet der Albula (GR) wurde untersucht, ob die Form eines Grauerlen-Auenwaldes die Vielfalt der Flechtenarten beeinflusst. Dazu wurden rund 60 mal 60 m grosse Auenflächen mit bis zu 200 m langen, aber nur 10 bis 20 m breiten heckenförmigen Auen verglichen (Breitenmoser 2014). Die durchschnittliche Anzahl Flechtenarten pro Baum in den beiden Auentypen weist darauf hin, dass die Diversität in den quadratischen Auen höher ist, da diese eine bessere Vernetzung in alle Richtungen zwischen den Habitatbäumen und auch ein günstigeres Mikroklima mit höherer Luftfeuchtigkeit bieten. Diese Information ist wichtig für die Revitalisierungsplanung, da sie darauf hindeutet, dass in eher flächen- als heckenförmigen Grauerlen-Auenwäldern eine grössere Flechtenvielfalt erzielt werden kann.

Diese Beispiele zeigen, dass nicht nur die Verfügbarkeit von Lebensräumen, sondern auch ihre Form bei der Revitalisierungsplanung zu berücksichtigen ist. Informationen über Faktoren zu Form und Struktur innerhalb von Lebensräumen (z. B. alte oder junge Bäume, Vorhandensein oder Fehlen von Unterholz; Informationen über die Bedeutung der Habitatstruktur für andere Arten; s. Kap. 8; Takatsu *et al.* 2023) können in Modelle integriert werden, wie dies

Dymytrva *et al.* (2016) mit Daten über Waldbestände für Flechten getan haben.

1.6 Vernetzung ist entscheidend für eine erfolgreiche Revitalisierung

Die derzeit verfügbaren Auen-Lebensräume sind in der Regel sehr klein; ihre Vernetzung muss also gewährleistet sein, damit sich die Arten zwischen den einzelnen Habitatflächen ausbreiten können. Für sessile Pflanzen oder Arten mit begrenzter Ausbreitungsfähigkeit wie etwa flügellose Käfer kann die Vernetzung zwischen Lebensräumen nur bewahrt werden, wenn diese entweder räumlich nahe beieinanderliegen oder über selten vorkommende Fernausbreitung, z. B. durch Vögel oder Wasser, miteinander verbunden sind. Innerhalb eines Netzwerks von Lebensräumen entlang von Fließgewässern sind Informationen zur Verfügbarkeit von Habitaten und zu Ausbreitungsdistanzen von Zielarten, die nur beschränkt mobil sind, von entscheidender Bedeutung für Schutzmassnahmen.

Abbildung 6

Die genetische Struktur der Populationen von *Myricaria germanica* entlang des Inns und seiner Nebenflüsse lässt auf ein zusammenhängendes Netzwerk von Lebensräumen schliessen. Für jede Population werden die Anteile der genetischen Vielfalt dargestellt, die drei Haupt-Clustern zugeordnet sind (orange, rot, blau). Die Diversität von zwei neuen Populationen (gestrichelt umrandete Kreise) entlang des verlegten Flaz (braune Linie) ist hoch. Die Zuordnung der Pflanzen dieser beiden Populationen zu den verschiedenen Clustern deutet auf Fernausbreitung von Samen und Pflanzenteilen durch Wasser flussabwärts sowie auf eine Ausbreitung über Wind oder Pollen über kurze Strecken hinweg hin.

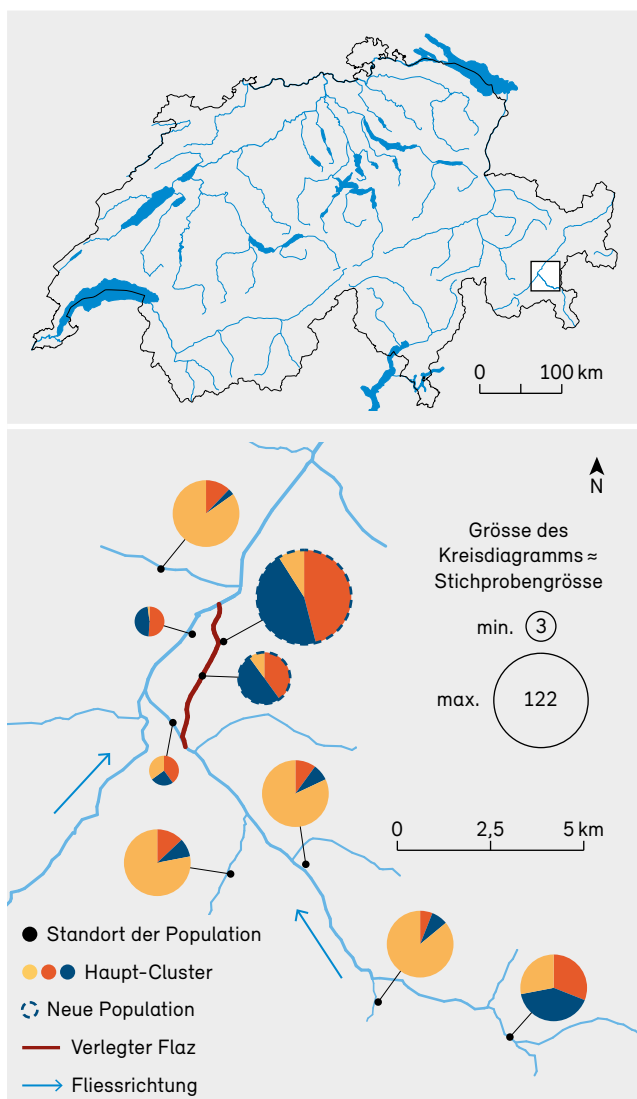


Abbildung adaptiert nach Wöllner et al. (2021)

1.7 Die Nutzung genetischer Informationen zur Beurteilung der Vernetzung

Genetische Analysen helfen uns, die Vernetzung der Populationen von auenbewohnenden Arten und vor allem von sessilen Pflanzen indirekt zu beurteilen, da vernetzte Populationen genetisch ähnlicher sind als nicht miteinander verknüpfte. Die Populationsgenetik hilft auch, die Ökologie von Zielarten zu verstehen, wenn die Ausbreitungsvektoren wie etwa Wasser oder Vögel nur schwer nachzuerfolgen sind. Die Analyse der genetischen Struktur von Populationen innerhalb eines Netzwerks entlang von Fliessgewässern umfasst die Beurteilung der gesamten genetischen Vielfalt und der Differenzierung zwischen den Populationen. Eine solche Analyse berücksichtigt die vegetative Ausbreitung (wenn Pflanzenteile in einem neuen Lebensraum neu wurzeln), die Samenausbreitung und den Beitrag des Genflusses durch Pollen (z. B. durch Insekten, die Pollen zu den Blüten einer anderen Pflanze transportieren).

Genetische Analysen von Populationen der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) – einer auf Kiesbänken wachsenden Auenpflanze, die zur Pioniervegetation zählt – ergaben ein Netzwerk von miteinander verbundenen Populationen entlang des Inns (GR) und seiner Zuflüsse Flaz, Ova da Bernina und Ova da Morteratsch (Abb. 6; Wöllner et al. 2021). Selbst die Verlegung des Flaz bei Samedan auf die andere Talseite konnte die Vernetzung der Deutschen Tamarisken-Populationen nicht unterbrechen: Die Population, die sich entlang des verlegten Zuflusses etablierte, trug zur lokalen genetischen Vielfalt bei.

Daten über die genetische Verwandtschaft zwischen Populationen helfen uns bei der Ermittlung der maximal möglichen Ausbreitungsdistanzen entlang von Flusssystemen. Beispiele von verlegten Flüssen und Informationen über Ausbreitungsereignisse, die verantwortlich sind für die Besiedlung des neuen Lebensraums, sind besonders aussagekräftig. Sie können in Simulationsstudien verwendet werden, um die Vernetzung auch in anderen Flusssystemen oder Lebensräumen zu modellieren.

1.8 Revitalisierungsplanung für Flusslandschaften: Aspekte, die bei der Verwendung von Modellen zu berücksichtigen sind

Die Komplexität von Fließgewässerrevitalisierungen kann in Modellen vereinfacht werden, um die wichtigsten Prozesse zu verstehen, die den Erfolg der Massnahmen beeinflussen. Anhand verschiedener Szenarien können sowohl die Auswirkungen des Klimawandels als auch eine begrenzte Ausbreitung simuliert werden. Die meisten Modellierungsansätze, die zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden, verwenden eine einzige Zielart. Durch die Kombination von Ergebnissen zu verschiedenen Arten lässt sich aber vorhersagen, welche Lebensräume für welche Artengemeinschaften am besten geeignet sind.

Da es sich bei der ökologischen Modellierung um einen statistischen Ansatz handelt, müssen gewisse Bedingungen eingehalten werden. So müssen die Daten vor ihrer Verwendung überprüft werden und die Auswertungen der Modelle müssen anhand statistischer Verfahren erfolgen.

Die Ergebnisse der Modellierungen ökologisch zu interpretieren, erfordert Sachverständigenwissen, da die Eignung der Lebensräume häufig überschätzt wird, weil nicht alle Faktoren in einem Modell berücksichtigt werden können (z. B. sind Mikrohabitate in diesem Ansatz nicht definiert).

Ökologische Modelle haben mehrere Vorteile etwa gegenüber Feldstudien an Einzelstandorten. Durch das Verständnis zentraler Prozesse, die mit den Lebensräumen der Zielarten zusammenhängen, ermöglichen sie eine Fokussierung auf eine regionale statt eine lokale Planung dank grossräumiger Prognosen. Daten über viele Organismen können kombiniert und Faktoren, die eine Ansiedlung von Artengemeinschaften beeinflussen, ermittelt werden. Prognosen auf der Grundlage von Zukunftsszenarien können uns helfen, die Planung so anzupassen, dass spezialisierte Arten überleben, während die Dichte von weniger typischen und invasiven Arten auch bei sich wandelnden Klimabedingungen und veränderter Landnutzung gering bleibt. Modelle unterstützen also eine strategische regionale Planung für einen erfolgreichen Artenschutz und die Wiederherstellung von Lebensräumen.

Box 3: In der Praxis – Potenzialausschöpfung der Anliegen von Biotop- und Artenschutz

Erik Olbrecht, Amt für Natur und Umwelt, GR

Revitalisierungsvorhaben sind grundsätzlich biodiversitätsfördernd. Inwieweit allerdings das Aufwertungspotenzial ausgeschöpft wird, hängt wesentlich von der Grundlagenerhebung und Zieldefinierung der Biotop- und Artenschutzanliegen ab. Es ist entscheidend, dass diese früh in der Projekterarbeitung erfolgen und dass die Massnahmenplanung mit Zielkonfliktlösungen in enger Zusammenarbeit zwischen Projektleitung und ökologischer Fachperson erarbeitet wird.

Revitalisierungsprojekte sind zentrale Puzzleteile jedes ökologischen Netzwerks. Der Gewässerlebensraum und dessen Umfeld sind oft Biodiversitäts-Hotspots und haben wichtige Vernetzungsfunktionen. Um dieser Schlüsselfunktion gerecht zu werden, ist das Herleiten von übergeordneten regionalen sowie lokalen Zielsetzungen des Biotop- und Artenschutzes durch eine ökologische Fachperson zu Beginn der Planungsphase eines Revitalisierungsprojekts unerlässlich. Dar-

aus resultiert eine Zielarten- und Ziellebensraumliste (Tab. 1) und idealerweise eine Verbreitungskarte mit den prioritären Lebensräumen und Arten, die eng mit dem Projektgebiet verknüpft sind. Zusätzlich sind auch Zielkonflikte innerhalb des Biotop- und Artenschutzes und Gewichtungsempfehlungen aufzuzeigen.

Als nächster Schritt ist in der Vorstudie bzw. im Vorprojekt das Aufwertungspotenzial im Projektperimeter im Zusammenspiel der Projektleitung und der ökologischen Fachperson auszuloten und sind Varianten für die Lösung allfälliger Zielkonflikte im Biotop- und Artenschutz und mit anderen Interessen abzuwägen. In der anschliessenden Vorprojekt- bzw. Auflageprojektphase geht es darum, die Massnahmenplanung bestmöglich auf die Ziellebensräume, Zielarten und ihre Vernetzungsansprüche auszurichten und Zielkonflikte zu lösen. Wichtige Elemente für die nachhaltige Sicherung dieses ausgereiften Planungsprozesses sind die Festlegung der Zielsetzungen des Biotop- und Artenschutzes in den Projektierungsunterlagen und das Erarbeiten eines Besucherlenkungs- und Pflegekonzepts sowie eines Monitorings.

Tabelle 1

Auszug aus einer Liste von Zielarten und Zielhabitaten zur Planung eines Revitalisierungsprojekts. Die Informationen zu den Habitaten werden von Fachpersonen der Bereiche Wasserbau und Ökologie zur gemeinsamen Planung der hydrologischen Anforderungen und der morphologischen und ökologischen Strukturen innerhalb des Revitalisierungsperrimeters verwendet. Entscheidende Zusatzinformationen für die Umsetzung sind in der Spalte «Massnahmen» aufgeführt. Der angestrebte Flächenanteil der einzelnen Lebensraumtypen innerhalb des Projektperimeters ist ebenfalls ein wichtiges Instrument für Praktikerinnen und Praktiker.

Zielart		Zielhabitat			
Deutscher Name	Lateinischer Name	Nummer*	Habitat	Massnahmen	Zielanteil des Gebiets im Projektperimeter
Stumpfrüchtiger Wasserstern	<i>Callitriche cophocarpa</i>	1.2.2	Nebenfluss/ Rückstau mit schwacher Strömung	• Hydrologische Dynamik muss vorhanden sein	20 %
Wasserspitzmaus	<i>Neomys fodiens</i>				
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	3.2.1.0	Schwemmland mit Kies und ohne Vegetation, keine Überschwemmung im Sommer	• Hydrologische Dynamik muss vorhanden sein • Schutz vor Störungen durch Menschen und Hunde während der Fortpflanzungszeit	10 %
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>				
Kleines Tausendgüldenkraut	<i>Centaurium pulchellum</i>	3.2.1.1	Schwemmland mit Schluff/ Feinmaterial und Pioniervegetation	• Hydrologische Dynamik muss vorhanden sein • Schutz vor Störungen durch Menschen und Hunde während der Fortpflanzungszeit	20 %
Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>				
Flussregenpfeifer	<i>Charadrius dubius</i>				
Wasserspitzmaus	<i>Neomys fodiens</i>	6.1.3	Dynamischer Grauerlen-Auenwald	• Periodisch hoher Wasserstand erforderlich • Strukturell komplexe Wälder als Jagdgebiete, stehendes Totholz	30 %
Alpenlangohr	<i>Plecotus macbullaris</i>				

*Vgl. mit Delarze und Gonseth (2015)